

## 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 NO<sub>x</sub>), текст которого изложен в приложении к настоящей резолюции;
2. ПОСТАНОВЛЯЕТ, что положения Технического кодекса по NO<sub>x</sub> 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 NO<sub>x</sub> в соответствии с положениями правила 13 Приложения VI; и
4. НАСТОЯТЕЛЬНО ПРИЗЫВАЕТ Стороны МАРПОЛ 73/78 незамедлительно довести Технический кодекс по NO<sub>x</sub> до сведения собственников судов, операторов судов, судостроителей, производителей судовых дизельных двигателей и любых других заинтересованных кругов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

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

## 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 Конференция приняла Технический кодекс по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей. На основании положений Приложения VI - Правила предотвращения загрязнения воздушной среды с судов - к МАРПОЛ 73/78 и после вступления Приложения VI в силу каждый судовой дизель, к которому применяется правило 13 этого Приложения, должен соответствовать положениям настоящего Кодекса.

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 ( $\text{NO}_x$ ), которые могут образовываться, включают  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , а их количество зависит главным образом от температуры пламени или сгорания и количества содержащегося в топливе органического азота, если он присутствует. Это также зависит от времени, в течение которого азот и избыточный кислород подвергаются воздействию высоких температур, связанных с процессом сгорания в дизеле. Иными словами, чем выше температура сгорания (например, высокое пиковое давление, высокая степень сжатия, высокая скорость подачи топлива и т.д.), тем больше количество образующихся  $\text{NO}_x$ . В целом, малооборотный дизель имеет тенденцию к образованию большего количества  $\text{NO}_x$ , чем высокооборотный.  $\text{NO}_x$  оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду, вызывая подкисление, образование 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 дизелей, которые предоставят возможность изготовителям двигателей, собственникам судов и Администрациям обеспечить, чтобы все используемые судовые дизели удовлетворяли соответствующим предельным значениям выбросов  $\text{NO}_x$ , установленным в правиле 13 Приложения VI к МАРПОЛ 73/78. Учитывая трудности, связанные с точным определением фактических среднесредневзвешенных выбросов  $\text{NO}_x$  из судовых дизелей, эксплуатирующихся на судах, в Кодексе формулируется простой и практичный комплект требований, в которых определяются средства обеспечения соответствия допустимым выбросам  $\text{NO}_x$ .

Администрациям рекомендуется оценивать характеристики выбросов главных и вспомогательных дизелей на испытательном стенде, где могут быть проведены точные испытания в надлежащим 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.

**СОДЕРЖАНИЕ**

**СОКРАЩЕНИЯ, ПОДСТРОЧНЫЕ ИНДЕКСЫ И СИМВОЛЫ**

**Глава 1 - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

- 1.1 ЦЕЛЬ
- 1.2 ПРИМЕНЕНИЕ
- 1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Глава 2 - ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

- 2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
- 2.2 ПРОЦЕДУРЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ
- 2.3 ПРОЦЕДУРЫ СЕРТИФИКАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ
- 2.4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОЦЕДУРЫ ПРОВЕРКИ  $NO_x$  НА СУДНЕ

**Глава 3 - НОРМЫ ВЫБРОСОВ ОКИСЛОВ АЗОТА**

- 3.1 МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ ВЫБРОСОВ  $NO_x$  ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ
- 3.2 ПРИМЕНЯЕМЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ И ВЕСОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

**Глава 4 - ОДОБРЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА: КОНЦЕПЦИИ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ И ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ**

- 4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
- 4.2 ДОКУМЕНТАЦИЯ
- 4.3 ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ
- 4.4 ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Глава 5 - ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫБРОСОВ  $NO_x$  НА ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ**

- 5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
- 5.2 УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ
- 5.3 ТОПЛИВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ
- 5.4 ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- 5.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ
- 5.6 ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ И ДРУГИХ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
- 5.7 АНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГАЗА
- 5.8 КАЛИБРОВКА АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ
- 5.9 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ
- 5.10 ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
- 5.11 ОЦЕНКА ДАННЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ
- 5.12 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ

**Глава 6 - ПРОЦЕДУРЫ ДЕМОНСТРАЦИИ НА СУДНЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРЕДЕЛАМ  
ВЫБРОСОВ NO<sub>x</sub>**

- 6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
- 6.2 МЕТОД СВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ
- 6.3 МЕТОД УПРОЩЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**ДОБАВЛЕНИЯ**

- ДОБАВЛЕНИЕ 1 - Форма Свидетельства EIAPP
- ДОБАВЛЕНИЕ 2 - Схемы освидетельствования и сертификации судовых дизелей
- ДОБАВЛЕНИЕ 3 - Технические требования к анализаторам, используемым для определения компонентов газа в выбросах из дизеля
- ДОБАВЛЕНИЕ 4 - Калибровка аналитических приборов
- ДОБАВЛЕНИЕ 5 - Образец протокола испытаний
- ДОБАВЛЕНИЕ 6 - Расчет массового расхода отработавших газов (метод углеродного баланса)
- ДОБАВЛЕНИЕ 7 - Перечень контрольных проверок для метода сверки параметров двигателя

### 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, и формулы расчета массового расхода газов, содержащиеся в главе 5 настоящего Кодекса и добавлении 6 к нему.

- .1 Таблица 1: символы, используемые в настоящем Кодексе для обозначения химических компонентов в выбросах газов из дизелей;
- .2 Таблица 2: сокращения названий анализаторов, используемых для измерения выбросов газов из дизелей и указанных в добавлении 3 к настоящему Кодексу;
- .3 Таблица 3: символы и подстрочные индексы терминов и переменных величин, используемых во всех формулах расчета массового расхода отработавших газов для методов измерения на испытательном стенде, как указано в главе 5 настоящего Кодекса; и
- .4 Таблица 4: символы и описания терминов и переменных величин, используемых во всех формулах расчета массового расхода отработавших газов в соответствии с методом углеродного баланса, как указано в добавлении 6 к настоящему Кодексу.

Таблица 1. Символы химических компонентов в выбросах газов из дизеля

Символ	Химический компонент	Символ	Химический компонент
$C_3H_8$	пропан	NO	окись азота
CO	окись углерода	NO <sub>2</sub>	диоксид азота
CO <sub>2</sub>	диоксид углерода	NO <sub>x</sub>	окислы азота
HC	углеводороды	O <sub>2</sub>	кислород
H <sub>2</sub> O	вода		

Таблица 2. Сокращения названий анализаторов для измерения выбросов газов из дизелей (см. добавление 3 к настоящему Кодексу)

Сокращение	Термин	Сокращение	Термин
КСВ	критическое сопло Вентури	НПИД	нагреваемый пламенно-ионизационный детектор
ХЛД	хемилюминесцентный детектор	НЦИА	недиспергирующий инфракрасный анализатор
ЭХД	электрохимический датчик	НН	нагнетательный насос

Сокращение	Термин	Сокращение	Термин
ПВД	пламенно-ионизационный детектор	ПМД	парамагнитный детектор
ИАПФ	инфракрасный анализатор с преобразованием Фурье	УФД	ультрафиолетовый детектор
НХД	нагреваемый химико-люминесцентный детектор	ДД	датчик на основе двуокиси циркония

Таблица 3. Символы и подстрочные индексы терминов и переменных величин, используемых в формулах для методов измерения на испытательном стенде (см. главу 5 настоящего Кодекса)

Символ	Термин	Единица
$A_T$	площадь поперечного сечения выпускной трубы	$m^2$
С1	углеводород, эквивалентный углероду 1	-
конц.	концентрация	млн <sup>-1</sup> или % по объему
конц. <sub>с</sub>	концентрация, скорректированная на фон	млн <sup>-1</sup> или % по объему
EAF	коэффициент избытка воздуха (1 кг сухого воздуха на 1 кг топлива)	кг/кг
EAF <sub>ref</sub>	коэффициент избытка воздуха (1 кг сухого воздуха на 1 кг топлива) в расчетных условиях	кг/кг
$f_a$	лабораторный атмосферный коэффициент (применяется только к семейству двигателей)	-
$F_{FCB}$	коэффициент состава топлива для расчета углеродного баланса	-
$F_{FD}$	коэффициент состава топлива для расчета расхода сухих отработавших газов	-
$F_{FH}$	коэффициент состава топлива, используемый для пересчета концентраций с сухой на влажную основу	-
$F_{FW}$	коэффициент состава топлива для расчета расхода влажных отработавших газов	-
$G_{AIRW}$	массовый расход всасываемого влажного воздуха	кг/ч
$G_{AIRD}$	массовый расход всасываемого сухого воздуха	кг/ч
$G_{EXHW}$	массовый расход влажных отработавших газов	кг/ч
$G_{FUEL}$	массовый расход топлива	кг/ч
$GAS_x$	средневзвешенная величина выбросов NO <sub>x</sub>	г/кВт·ч

Символ	Термин	Единица
$H_{REF}$	эталонная величина абсолютной влажности (10,71 г/кг; для расчета поправочных коэффициентов на влажность $NO_x$ и микрочастиц)	г/кг
$H_a$	абсолютная влажность всасываемого воздуха	г/кг
HTCRAT	отношение водорода к углероду	моль/моль
$i$	индекс индивидуального режима	-
$K_{HDWS}$	поправочный коэффициент на влажность $NO_x$ для дизелей	-
$K_{W,a}$	поправочный коэффициент пересчета с сухой на влажную основу для всасываемого воздуха	-
$K_{W,r}$	поправочный коэффициент пересчета с сухой на влажную основу для неочищенных отработавших газов	-
$L$	процентное отношение крутящего момента к максимальному крутящему моменту при частоте вращения режима испытаний	%
mass	массовый расход выбросов	г/ч
$P_a$	давление насыщенного пара во всасываемом двигателем воздухе (в ISO 3046-1 1995 года: $p_y = PSY$ , давление паров в окружающей среде при испытаниях)	кПа
$P_b$	общее барометрическое давление (в ISO 3046-1 1995 года: $p_x = PX$ , полное давление окружающей среды на месте установки; $p_y = PY$ , полное давление окружающей среды при испытаниях)	кПа
$P_c$	атмосферное давление, сухой воздух	кПа
$P$	мощность эффективная нескорректированная	кВт
$P_{aux}$	заявленная полная мощность вспомогательных устройств, установленных только для испытаний, но не требуемых на судне	кВт
$P_m$	максимальная измеренная или заявленная мощность при частоте вращения испытуемого двигателя в условиях испытаний	кВт
$\gamma$	отношение площадей поперечных сечений изокINETического пробоотборника и выпускной трубы	-
$R_a$	относительная влажность всасываемого воздуха	%
$R_f$	коэффициент чувствительности ПИД	-
$R_M$	коэффициент чувствительности ПИД на метаноле	-
$S$	установка динамометра	кВт



Символ	Термин	Единица
$T_a$	абсолютная температура всасываемого воздуха	К
$T_{Dd}$	абсолютная точка росы	К
$T_{sc}$	температура воздуха, подвергнутого промежуточному охлаждению	К
$T_{Ref}$	исходная температура (воздуха для сгорания: 298 К)	К
$T_{scRef}$	исходная температура воздуха, подвергнутого промежуточному охлаждению	К
$V_{ARD}$	объемный расход сухого всасываемого воздуха	м <sup>3</sup> /ч
$V_{ARW}$	объемный расход влажного всасываемого воздуха	м <sup>3</sup> /ч
$V_{EGD}$	объемный расход сухих отработавших газов	м <sup>3</sup> /ч
$V_{EGW}$	объемный расход влажных отработавших газов	м <sup>3</sup> /ч
$W_F$	весовой коэффициент	-

Таблица 4. Символы и описания терминов и переменных величин, используемых в формулах для измерения методом углеродного баланса (см. добавление 6 к настоящему Кодексу)

Символ	Описание	Единица	Примечание
ALF	содержание N в топливе	% по массе	
AWC	атомный вес C		
AWH	атомный вес H		
AWN	атомный вес N		
AWO	атомный вес O		
AWS	атомный вес S		
BET	содержание S в топливе	% по массе	
CO2D	концентрация CO <sub>2</sub>	% по объему	в сухих газах
CO2W	концентрация CO <sub>2</sub>	% по объему (вл.)	во влажных газах
COD	концентрация CO	млн <sup>-1</sup>	в сухих газах
COW	концентрация CO	млн <sup>-1</sup>	во влажных газах
CW	сажа	мг/м <sup>3</sup>	во влажных газах
DEL	содержание N в топливе	% по массе	
EAFCD0	коэффициент избытка воздуха, основанный на полном сгорании и концентрации CO <sub>2</sub> , $I_{VCO_2}$	кг/кг	

Символ	Описание	Единица	Примечание
EAFEXH	коэффициент избытка воздуха, основанный на концентрации углеродсодержащих компонентов отработавших газов, $l_v$	кг/кг	
EPS	содержание O в топливе	% по массе	
ETA	содержание азота во влажном воздухе для сгорания	% по массе	
EXHCPN	отношение объемов выхлопных газов и углеродсодержащих компонентов, с	об./об.	
EXHDENS	плотность влажных отработавших газов	кг/м <sup>3</sup>	
FFCB	коэффициент состава топлива для расчета углеродного баланса		
FFD	коэффициент состава топлива для расчета расхода сухих отработавших газов		сухая основа
FFH	коэффициент состава топлива для пересчета концентраций с сухой на влажную основу		
FFW	коэффициент состава топлива для расчета расхода влажных отработавших газов		влажная основа
GAIRD	массовый расход воздуха для сгорания	кг/ч	сухой воздух для сгорания
GAIRW	массовый расход воздуха для сгорания	кг/ч	влажный воздух для сгорания
GAM	содержание S в топливе	% по массе	
GCO	выброс CO	г/ч	
GCO2	выброс CO <sub>2</sub>	г/ч	
GEXHD	массовый расход отработавших газов	кг/ч	сухие газы
gexhw	массовый расход отработавших газов, рассчитанный методом углеродного баланса, $G_{EXHW}$	кг/ч	
GEXHW	массовый расход отработавших газов	кг/ч	влажные газы
GFUEL	массовый расход топлива	кг/ч	

Символ	Описание	Единица	Примечание
GHC	выброс HC	г/ч	углеводороды
GH2O	выброс H <sub>2</sub> O	г/ч	
GN2	выброс N <sub>2</sub>	г/ч	
GNO	выброс NO	г/ч	
GNO2	выброс NO <sub>2</sub>	г/ч	
GO2	выброс O <sub>2</sub>	г/ч	
GSO2	выброс SO <sub>2</sub>	г/ч	
HCD	углеводороды	млн <sup>-1</sup> C1	в сухих газах
HCW	углеводороды	млн <sup>-1</sup> C1	во влажных газах
HTCRAT	отношение водорода к углероду в топливе, а	моль/моль	
MV...	молекулярный объем ...	л/моль	конкретный газ
MW...	молекулярный вес ...	г/моль	конкретный газ
NO2W	концентрация NO <sub>2</sub>	млн <sup>-1</sup>	во влажных газах
NOW	концентрация NO	млн <sup>-1</sup>	во влажных газах
NUE	содержание воды в воздухе для сгорания	% по массе	
O2D	концентрация O <sub>2</sub>	% по объему	в сухих газах
O2W	концентрация O <sub>2</sub>	% по объему (вл.)	во влажных газах
STOJAR	стехиометрическая потребность в воздухе для сгорания 1 кг топлива	кг/кг	
TAU	содержание кислорода во влажном воздухе для сгорания	% по массе	влажный воздух
TAU1	Содержание кислорода во влажном воздухе для сгорания, который выбрасывается	% по массе	влажный воздух
TAU2	содержание кислорода во влажном воздухе для сгорания, который сгорает	% по массе	влажный воздух
VCO	объемный расход CO	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VCO2	объемный расход CO <sub>2</sub>	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)

Символ	Описание	Единица	Примечание
VH <sub>2</sub> O	объемный расход H <sub>2</sub> O	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VHC	объемный расход HC	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VN <sub>2</sub>	объемный расход N <sub>2</sub>	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VNO	объемный расход NO	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VNO <sub>2</sub>	объемный расход NO <sub>2</sub>	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VO <sub>2</sub>	объемный расход O <sub>2</sub>	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)
VSO <sub>2</sub>	объемный расход SO <sub>2</sub>	м <sup>3</sup> /ч	(содержание в газах)

Примечания: - Для СТАНДАРТНОГО м<sup>3</sup> или СТАНДАРТНОГО литра используются обозначения станд. м<sup>3</sup> и станд. л. СТАНДАРТНЫЙ м<sup>3</sup> газа приводится к значениям 273,15 К и 101,3 кПа  
- Константа водо-газового равновесия = 3,5

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

### Глава 1 - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 1.1 ЦЕЛЬ

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 дизелей для обеспечения их соответствия пределам выбросов окислов азота ( $NO_x$ ), указанным в правиле 13 Приложения VI к МАРПОЛ 73/78.

#### 1.2 ПРИМЕНЕНИЕ

1.2.1 Настоящий Кодекс применяется ко всем дизелям выходной мощностью более 130 кВт, которые установлены или спроектированы и предназначены для установки на любом судне, подпадающем под действие Приложения VI, за исключением двигателей, указанных в пункте 1 b) правила 13. Что касается требований относительно освидетельствования и сертификации согласно правилу 5 Приложения VI, в настоящем Кодексе рассматриваются только те требования, которые обеспечивают соответствие двигателя пределам выбросов  $NO_x$ .

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

1.2.3 Для целей настоящего Кодекса должно считаться, что двигатель эксплуатируется в соответствии с пределами  $NO_x$ , указанными в правиле 13 Приложения VI, если может быть продемонстрировано, что взвешенные выбросы  $NO_x$  из двигателя находятся в этих пределах при первоначальной сертификации, промежуточных освидетельствованиях и других требуемых освидетельствованиях.

#### 1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

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

1.3.2 *Значительная модификация* судового дизеля 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 норм выбросов, изложенных в правиле 13 Приложения VI. 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 топливopодачи и газораспределения).

1.3.3 *Компоненты* - это взаимозаменяемые детали, которые влияют на характеристики выбросов  $\text{NO}_x$  и идентифицируются по номеру конструкции или детали.

1.3.4 *Установка* означает настройку регулируемого элемента, влияющую на характеристики выбросов  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$ . Эти данные зависят от нагрузки.

1.3.6 *Свидетельство EIAPP* - Международное свидетельство о предотвращении загрязнения воздушной среды из двигателя, которое относится к выбросам  $\text{NO}_x$ .

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 МАРПОЛ 73/78.

1.3.9 *Процедуры проверки  $\text{NO}_x$  на судне* означают установленную изготовителем двигателя и одобренную Администрацией процедуру, которая может включать требование к оборудованию, подлежащему применению на судне при первоначальном сертификационном освидетельствовании или при периодическом и промежуточном освидетельствованиях, в зависимости от обстоятельств, для проверки соответствия любым требованиям настоящего Кодекса.

1.3.10 *Судовой дизель* означает любой поршневой двигатель внутреннего сгорания, работающий на жидком или двойном топливе, к которому применяются правила 5, 6 и 13 Приложения VI, включая ускорительные/смесительные системы, если они применяются.

1.3.11 *Номинальная мощность* означает номинальную максимальную длительную выходную мощность, указанную на марке изготовителя и в технической документации судового дизеля, к которому применяются правило 13 Приложения VI и Технический кодекс по  $\text{NO}_x$ .

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 дизеля.

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  $\text{NO}_x$ , в соответствии с 2.4 настоящего Кодекса.

1.3.16 *Журнал параметров двигателя* - это документ для регистрации всех изменений параметров, включая компоненты и установки двигателя, которые могут влиять на выбросы из него  $\text{NO}_x$ .

## Глава 2 - ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

### 2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 За исключением иных случаев, допускаемых настоящим Кодексом, каждый судовой дизель, 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 пределам выбросов  $\text{NO}_x$ , содержащимся в правиле 13 Приложения VI. Если это освидетельствование подтверждает соответствие, то Администрация должна выдать Международное свидетельство о предотвращении загрязнения воздушной среды из двигателя (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 пределам выбросов  $\text{NO}_x$ , содержащимся в правиле 13 Приложения VI. Это освидетельствование как часть первоначального освидетельствования судна может приводить либо к выдаче судового первоначального Международного свидетельства о предотвращении загрязнения воздушной среды (IAPP), либо к внесению поправки в действующее судовое Свидетельство IAPP, указывающей на установку нового двигателя.
- 3 Периодическим и промежуточным освидетельствованиям, которые должны проводиться как часть освидетельствований судна, требуемых правилом 5 Приложения VI, 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 значительной модификации, с тем чтобы убедиться, что модифицированный двигатель соответствует пределам выбросов  $\text{NO}_x$ , содержащимся в правиле 13 Приложения VI.

2.1.2 Для обеспечения соответствия указанным в 2.1.1 требованиям относительно освидетельствований и сертификации существует пять альтернативных методов, включенных в настоящий Кодекс, которые могут быть выбраны изготовителем двигателя, судостроителем или собственником судна, в зависимости от случая, для измерений, расчетов или испытаний двигателя на выбросы  $\text{NO}_x$ . 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 для подтверждения соответствия при первоначальном, периодических и промежуточных освидетельствованиях



применительно к двигателям, прошедшим предварительную сертификацию, или двигателям, у которых были модифицированы или отрегулированы определенные компоненты и регулируемые элементы со времени их последнего освидетельствования, в соответствии с 6.2;

- .4 метод упрощенных измерений на судне для подтверждения соответствия при периодических и промежуточных освидетельствованиях или для подтверждения двигателей, прошедших предварительную сертификацию, при первоначальных сертификационных освидетельствованиях в соответствии с 6.3, когда это требуется; или
- .5 непосредственные измерения и контроль на судне для подтверждения соответствия только при периодических и промежуточных освидетельствованиях согласно 2.3.4, 2.3.5, 2.3.7, 2.3.8, 2.3.11, 2.4.4 и 5.5.

## 2.2 ПРОЦЕДУРЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ

2.2.1 За исключением того, что допускается в 2.2.2 и 2.2.4, каждый судовой дизель перед установкой на судне:

- .1 должен быть отрегулирован для соответствия применимым пределам выбросов  $\text{NO}_x$ ,
- .2 должен быть подвергнут измерениям на выбросы  $\text{NO}_x$  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) группы или семейства двигателей.

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

- .1 удостоверить стендовые испытания двигателя;
- .2 проверять, что все испытанные двигатели, включая, если это применимо, двигатели, поставляемые в рамках семейства или группы двигателей, соответствуют пределам выбросов  $\text{NO}_x$ ; и
- .3 если это применимо, проверить, что выбранный(ые) базовый(ые) двигатель(и) - типичный(ые) представитель(я) 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 одного 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.

2.2.5 Если результаты испытания для предварительной сертификации показывают, что двигатель не удовлетворяет пределам выбросов  $\text{NO}_x$ , требуемым правилом 13 Приложения VI, может быть установлено устройство для уменьшения выбросов  $\text{NO}_x$ . Это устройство, когда оно установлено на двигателе, должно признаваться как важный компонент двигателя, и его наличие должно быть зарегистрировано в технической документации двигателя. Для получения Свидетельства EIAFP в отношении этой сборки двигатель, включая установленное устройство для уменьшения выбросов, должен быть повторно испытан для демонстрации соответствия пределам выбросов  $\text{NO}_x$ . Однако в этом случае сборка может быть повторно испытана в соответствии с методом упрощенных измерений, указанным в 6.3. Устройство для снижения выбросов  $\text{NO}_x$  должно включаться в Свидетельство EIAFP вместе со всеми другими записями, предписываемыми Администрацией. Техническая документация двигателя также должна содержать сведения о процедурах проверки на судне данного устройства в отношении  $\text{NO}_x$  для обеспечения его правильной работы.

2.2.6 Для предварительной сертификации двигателей в рамках семейства или группы двигателей должно выдаваться Свидетельство EIAFP 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.

2.2.7.1 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 требования правила 13 Приложения VI соблюдены в соответствии с настоящим Техническим кодексом по  $\text{NO}_x$ , Администрация страны, в которой изготовлен двигатель, должна выдать или поручить выдать Свидетельство EIAFP.

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

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

2.2.8 Схема, содержащая руководство по соблюдению требований предварительного сертификационного освидетельствования судовых дизелей, предназначенных для установки на судах, приведена на рис. 1 добавления 2 к настоящему Кодексу.

2.2.9 Образец формы Свидетельства EIAFP 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 EIAFP должно быть достаточным для демонстрации соответствия применимым пределам  $\text{NO}_x$ .

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  $\text{NO}_x$ . Следовательно, после установки на судне, но до выдачи Свидетельства

IAPP двигатель должен быть проверен в отношении модификаций и одобрен посредством процедур проверки  $\text{NO}_x$  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 пределам выбросов.

2.3.4 Собственник судна должен иметь возможность непосредственных измерений выбросов  $\text{NO}_x$  во время эксплуатации двигателя. Такие данные могут быть получены по результатам выборочных проверок, регистрируемых в судовом журнале вместе с другими данными об эксплуатации двигателя на регулярной основе и по всему рабочему диапазону двигателя, либо они могут быть получены в результате постоянного контроля и хранения данных. Данные должны быть текущими (за последние 30 дней) и получены с использованием методики испытаний, указанной в настоящем Техническом кодексе по  $\text{NO}_x$ . Эти данные контроля должны храниться на судне в течение трех месяцев с целью их проверки Сторонами Протокола 1997 года. Данные должны также корректироваться с учетом условий окружающей среды и спецификации топлива, а измерительное оборудование должно проверяться на правильность калибровки и работы в соответствии с процедурами, указанными изготовителем измерительного оборудования в технической документации двигателя. Если установлены устройства для последующей очистки отработавших газов, влияющие на выбросы  $\text{NO}_x$ , то точка(и) измерений должна(ы) располагаться на стороне выпуска таких устройств.

2.3.5 Для демонстрации соответствия методом непосредственных измерений должны быть собраны достаточные данные для расчета средневзвешенных выбросов  $\text{NO}_x$  в соответствии с настоящим Кодексом.

2.3.6 Каждый судовый дизель, установленный на судне, должен быть снабжен технической документацией. Техническая документация должна быть подготовлена изготовителем 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.

2.3.7 Если установлено устройство для последующей очистки и требуется, чтобы оно соответствовало пределам выбросов  $\text{NO}_x$ , одним из вариантов, обеспечивающих быстрое средство проверки соответствия правилу 13 Приложения VI, является непосредственное измерение и контроль  $\text{NO}_x$  в соответствии с 2.3.4. Однако в зависимости от технических возможностей используемого устройства могут контролироваться и другие соответствующие параметры при условии одобрения Администрацией.

2.3.8 Если с целью обеспечения соответствия пределам выбросов  $\text{NO}_x$  вводится дополнительное вещество, такое, как аммиак, мочевина, 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  $\text{NO}_x$ .

2.3.9 Если после предварительной сертификации любой двигатель подвергается каким-либо регулировкам или модификациям, в журнале параметров двигателя должны регистрироваться полные сведения о таких регулировках или модификациях.

2.3.10 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 пределах выбросов  $\text{NO}_x$ , указанных в правиле 13 Приложения VI. В этом случае, согласно настоящему Кодексу, судну должно быть выдано Свидетельство IAPP.

2.3.11 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  $\text{NO}_x$  находятся в требуемых пределах, путем: непосредственного контроля  $\text{NO}_x$  на судне, одобренного Администрацией; упрощенных измерений  $\text{NO}_x$  на судне, или ссылки на стендовые испытания для одобрения соответствующей группы двигателей, свидетельствующей о том, что эти регулировки или модификации не приводят к превышению пределов выбросов  $\text{NO}_x$ .

2.3.12 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, либо запасной части, если это применимо, а сокращение проверок может производиться только в том случае, если предполагается, что все другие цилиндры и/или двигатели, либо запасные части работают так же, как и освидетельствованные двигатель и/или цилиндр, либо запасная часть.

2.3.13 Схемы, содержащие руководство по соблюдению требований первоначального, периодического и промежуточного освидетельствований для сертификации судовых дизелей, установленных на судах, приведены на рис. 2 и 3 добавления 2 к настоящему Кодексу.

#### 2.4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОЦЕДУРЫ ПРОВЕРКИ $\text{NO}_x$ НА СУДНЕ

2.4.1 С тем чтобы Администрация могла выполнить освидетельствования двигателей, указанные в 2.1, техническая документация, требуемая в 2.3.6, должна, как минимум, содержать следующую информацию:

- 1 сведения о тех компонентах, установках и рабочих параметрах двигателя, которые влияют на выбросы из него  $\text{NO}_x$ ;
- 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  $\text{NO}_x$  на судне для подтверждения соответствия пределам выбросов  $\text{NO}_x$  во время проверочных освидетельствований на судне в соответствии с главой 6;
- 5 копию протокола испытаний, требуемого в 5.10;
- 6 если применимо, назначение и ограничения двигателя, который является членом группы или семейства двигателей;
- 7 спецификации тех запасных частей/компонентов, которые при использовании в двигателе в соответствии с этими спецификациями будут обеспечивать дальнейшее соответствие двигателя пределам выбросов  $\text{NO}_x$ ; и
- 8 Свидетельство EIAPP, когда это применимо.

2.4.2 Для обеспечения того, чтобы после установки двигателя соответствовали правилу 13 Приложения VI, каждый двигатель, имеющий Свидетельство EIAPP, должен быть проверен по меньшей мере один раз до выдачи Свидетельства IAPP. Такая проверка может проводиться с использованием процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне, указанных в технической документации двигателя, или одним из других методов, если представитель собственника судна не желает проводить проверку с использованием процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне.

2.4.3 Как общий принцип, процедуры проверки NO<sub>x</sub> на судне должны давать возможность инспектору легко определять, продолжает ли двигатель соответствовать правилу 13 Приложения VI. 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 имеющихся на судне.

2.4.4 Процедуры проверки NO<sub>x</sub> на судне должны определяться одним из следующих методов.

- .1 сверкой 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 методом упрощенных измерений в соответствии с 6.3; или
- .3 методом непосредственных измерений и контроля в соответствии с 2.3.4, 2.3.5, 2.3.7, 2.3.8, 2.3.11 и 5.5.

2.4.5 Когда устройство для контроля и регистрации NO<sub>x</sub> определено в качестве процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне, такое устройство должно быть одобрено Администрацией на основе руководства, которое будет разработано Организацией. Это руководство должно включать, но не ограничиваться этим, следующие вопросы:

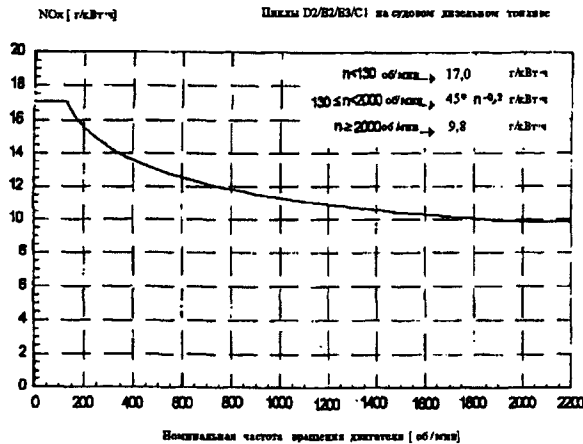
- .1 определение непрерывного контроля NO<sub>x</sub>, принимая во внимание как установившиеся, так и переходные режимы работы двигателя;
- .2 регистрация, обработка и хранение данных;
- .3 спецификация оборудования для обеспечения его надежности в ходе эксплуатации;
- .4 спецификация испытания устройства на воздействие окружающей среды;
- .5 спецификация испытания оборудования для демонстрации его надлежащей точности, воспроизводимости и селективной чувствительности в сравнении с применимыми разделами настоящего Кодекса; и
- .6 форма свидетельства об одобрении, выдаваемого Администрацией.

2.4.6 При рассмотрении вопроса о том, какие процедуры проверки NO<sub>x</sub> на судне следует включить в техническую документацию двигателя для проверки его соответствия пределам выбросов NO<sub>x</sub> в ходе любого из требуемых проверочных освидетельствований на судне после выдачи Свидетельства IAPP, изготовитель двигателя или собственник судна могут выбрать любой из трех методов процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне, указанных в 6.1.

### Глава 3 - НОРМЫ ВЫБРОСОВ ОКИСЛОВ АЗОТА

#### 3.1 МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ ВЫБРОСОВ NO<sub>x</sub> ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

3.1.1 На графике на рис. 1 представлены значения максимально допустимых пределов выбросов NO<sub>x</sub>, основанные на формулах, включенных в пункт 3 а) правила 13 Приложения VI. Полные взвешенные выбросы NO<sub>x</sub> измеренные и рассчитанные в соответствии с процедурами, содержащимися в настоящем Кодексе, должны быть равны или меньше применимой величины из графика зависимости от номинальной частоты вращения двигателя.



где n - номинальная частота вращения двигателя (обороты коленчатого вала в минуту)

Рис. 1. Максимально допустимые выбросы NO<sub>x</sub> из судовых дизелей

3.1.2 Когда двигатель работает на судовом дизельном топливе в соответствии с 5.3, полный выброс окислов азота (рассчитанный как полный взвешенный выброс NO<sub>x</sub>) должен определяться путем применения соответствующих испытательных циклов и методов измерений, указанных в настоящем Кодексе.

3.1.3 В Свидетельстве EIAPP двигателя должна быть указана применимая величина предела выбросов отработавших газов из двигателя по рис. 1 и фактическое рассчитанное значение выбросов отработавших газов из двигателя.

#### 3.2 ПРИМЕНЯЕМЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ И ВЕСОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

3.2.1 Для каждого отдельного двигателя или базового двигателя из группы или семейства двигателей должен применяться один из испытательных циклов, указанных в 3.2.2-3.2.6, для проверки соответствия пределам выбросов NO<sub>x</sub> согласно правилу 13 Приложения VI.

3.2.2 Для судовых 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 гребных установок с винтом регулируемого шага 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 гребные установки с винтом регулируемого шага)

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

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 %	100 %
	Мощность	100 %	75 %	50 %	25 %	10 %
	Весовой коэффициент	0,05	0,25	0,3	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 типа С1	Частота вращения	Номинальная				Промежуточная			Холостой ход
	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 С1, 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 С1 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 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  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$ , 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  $\text{NO}_x$ .

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. Этими двигателями обычно являются мощные двигатели для главной двигательной установки.

4.1.4 Первоначально изготовитель двигателя может на свое усмотрение определить, следует ли применять 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 двигатели продолжали соответствовать требуемым нормам выбросов.

4.2.2 Для двигателя, входящего в группу двигателей, требуемая документация, необходимая для применения метода сверки параметров двигателя, указана в 6.2.3.6.

##### **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, соответствовали требованиям относительно одобрения. При применении концепции семейства двигателей двигатели с подобными характеристиками выбросов и конструкцией представлены базовым двигателем в рамках семейства.

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  $\text{NO}_x$ . У этого двигателя, в целом, должен быть наиболее высокий уровень выбросов  $\text{NO}_x$  среди всех двигателей в семействе.

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  $\text{NO}_x$  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 и иметь возможность выбора другого двигателя в целях испытаний либо для одобрения, либо для контроля соответствия производственным требованиям, с тем чтобы убедиться, что все семейство двигателей соответствует пределам выбросов  $\text{NO}_x$ .

4.3.6 Концепция семейства двигателей допускает незначительные регулировки двигателей посредством регулируемых элементов. Судовые двигатели, оборудованные регулирующими 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.

#### 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. 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 используемой впускной 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. В рамках семейства у всех двигателей должны быть 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/тяжелое 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
  - 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  $\text{NO}_x$  с отработавшими газами, то эти особенности должны быть определены и учтены при выборе двигателей для включения в семейство.

#### 4.3.9 Руководство по выбору базового двигателя в семействе двигателей

4.3.9.1 Метод выбора базового двигателя для измерения  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$ , выраженные в граммах на киловатт-час (г/кВтч). Для этого требуются глубокие знания двигателей, входящих в семейство. В определенных обстоятельствах Администрация может сделать вывод, что наилучший случай интенсивности выбросов  $\text{NO}_x$  в семействе 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  $\text{NO}_x$  среди двигателей в этом семействе. Если двигатели в семействе имеют другие изменяемые особенности, которые могут считаться влияющими на выбросы  $\text{NO}_x$ , то эти особенности также должны быть определены и учтены при выборе базового двигателя.

4.3.9.2 Должны рассматриваться следующие критерии выбора базового двигателя для контроля выбросов  $\text{NO}_x$ , однако в процессе выбора необходимо учитывать сочетание основных характеристик, указанных в спецификации двигателя:

1. главный критерий выбора
  - более высокая скорость подачи топлива
2. дополнительные критерии выбора
  - более высокое среднее эффективное давление
  - более высокое максимальное давление в цилиндре
  - более высокое отношение давления наддувочного воздуха к давлению воспламенения
  - $dp/da$ , меньшая крутизна кривой сгорания
  - более высокое давление наддувочного воздуха
  - более высокая температура наддувочного воздуха

4.3.9.3 Если двигатели в семействе имеют другие изменяемые особенности, которые могут влиять на выбросы  $\text{NO}_x$ , то эти особенности также должны быть определены и учтены при выборе базового двигателя.

#### 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 всего семейства двигателей должно выдаваться предварительное свидетельство, или Свидетельство EIAPP, в котором удостоверяется, что базовый двигатель удовлетворяет уровням выбросов  $\text{NO}_x$ , указанным в правиле 13 Приложения VI.

4.3.10.3 Когда базовый двигатель семейства двигателей подвергается испытаниям/измерениям в наиболее неблагоприятных условиях, указанных в настоящем Кодексе, и подтверждается его соответствие максимально допустимым пределам выбросов (см. 3.1), результаты испытаний и измерений  $\text{NO}_x$  должны вноситься в Свидетельство EIAPP, выданное для данного базового двигателя и для всех двигателей-членов семейства.

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 выполнявшей 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  $\text{NO}_x$ . Нет необходимости в дополнительном доказательстве соответствия правилу 13 Приложения VI, 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  $\text{NO}_x$  по надлежащим испытательным циклам вписываются в

соответствующие предельные величины согласно правилу 13 Приложения VI и настоящему Кодексу, до того как Администрация сможет выдать Свидетельство EIAPP.

4.3.10.6 До одобрения семейства двигателей, представленных новыми двигателями серийного производства, Администрация должна принять необходимые меры для проверки того, что предприняты надлежащие действия по обеспечению эффективного контроля за соблюдением производственных требований. Это требование может быть излишним для семейств, образованных с целью модификации двигателей на судне после выдачи Свидетельства EIAPP.

#### 4.4 ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

4.4.1 Эти двигатели используются в основном для главной двигательной установки. Обычно для них требуется регулировка или модификация для соответствия условиям эксплуатации на судне, которые, однако, не должны приводить к превышению пределов выбросов  $NO_x$ , указанных в 3.1 настоящего Кодекса.

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 4.4.5, 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 модификацию ряда подобных двигателей на судах своего флота, то он может подать заявку на сертификацию группы двигателей. Группа двигателей может включать двигатель, испытанный на стенде. Типичные случаи подачи заявок - подобные модификации подобных двигателей в эксплуатации или подобных двигателей в подобных условиях эксплуатации.

##### 4.4.5 Руководство по выбору группы двигателей

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

4.4.5.2 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  $NO_x$

- .5 конструктивные особенности системы впрыска топлива, плунжера и кулачка топливного насоса, которые могут обуславливать основные характеристики, влияющие на выбросы  $\text{NO}_x$ , и
- .6 максимальная номинальная диэлектрическая мощность при максимальной номинальной частоте вращения. Допустимый уровень отклонения от норм в группе двигателей должен заявляться изготовителем и одобряться Администрацией.

4.4.5.3 В целом, если параметры, требуемые в 4.4.5.2, 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 параметров или одна из этих спецификаций не являются общими для всех двигателей в предполагаемой группе двигателей, при условии что изготовитель двигателей или судовладелец могут в рамках технической документации доказать Администрации, что такое отступление от этого одного параметра или одной спецификации по-прежнему будет обеспечивать соответствие всех двигателей в группе пределам выбросов  $\text{NO}_x$ .

#### 4.4.6 Руководство по допустимым регулировкам или модификациям в рамках группы двигателей

4.4.6.1 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  $\text{NO}_x$  из двигателя, и/или данные, предоставленные изготовителем двигателя, подтверждают, что отрегулированный или модифицированный двигатель соответствует применимым пределам выбросов  $\text{NO}_x$ . Результаты стендовых испытаний двигателя на выбросы  $\text{NO}_x$  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 применимым пределам выбросов  $\text{NO}_x$ .

4.4.6.2 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 оптимизации максимального давления в цилиндре
  - различий в подаче топлива по цилиндрам
- .2 для оптимизации рабочих характеристик - модификация:
  - турбонагнетателя
  - деталей топливного насоса
    - спецификации плунжера
    - спецификации нагнетательного клапана
  - распылительных форсунок
  - профилей кулачков
    - впускного и/или выпускного клапана
    - кулачка топливного насоса

- камеры сгорания

4.4.6.3 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 уровень выбросов  $NO_x$ , которое может признаваться для всех двигателей, входящих в группу, без требования относительно сертификационных измерений по каждому двигателю группы.

4.4.7 Руководство по выбору базового двигателя в группе двигателей

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. Метод, используемый для выбора базового двигателя, представляющего группу двигателей, должен согласовываться и одобряться Администрацией.

## Глава 5 - ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫБРОСОВ NO<sub>x</sub> НА ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ

### 5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1.1 Эти процедуры должны применяться при каждом первоначальном испытании для одобрения судового 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 (ДВС) в установившемся режиме работы, которые необходимы для определения средневзвешенной величины выбросов NO<sub>x</sub> 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.

### 5.2 УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

5.2.1 Параметр условий испытаний и действительность испытаний для одобрения семейства двигателей

Параметр  $f_d$  должен определяться в соответствии со следующими положениями:

1. двигателя без наддува и двигателя с наддувом от приводного нагнетателя;



$$f = \left( \frac{99}{p_s} \right) \cdot \left( \frac{T_s}{298} \right)^{0,7} \quad (1)$$

2. двигатель с турбоагрегатом с охлаждением или без охлаждения всасываемого воздуха:

$$f_s = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \cdot \left( \frac{T_s}{298} \right)^{1,5} \quad (2)$$

и для признания испытаний действительными параметр  $f_s$  должен быть в пределах:

$$0,98 \leq f_s \leq 1,02 \quad (3)$$

## 5.2.2 Двигатели с охлаждением наддувочного воздуха

5.2.2.1 Температуры охлаждающей среды и наддувочного воздуха должны регистрироваться. Система охлаждения должна быть установлена на работу двигателя с заданными частотой вращения и нагрузкой. Температура наддувочного воздуха и перепад давления в охладителе должны быть установлены в пределах  $\pm 4$  К и  $\pm 2$  кПа соответственно от значений по спецификации изготовителя.

5.2.2.2 Все двигатели, оборудованные так, как это предполагается для их установки на судах, должны быть способны работать в пределах допустимых уровней выбросов  $\text{NO}_x$ , указанных в правиле 13.3) Приложения VI, при температуре забортной воды 25 °С.

## 5.2.3 Мощность

5.2.3.1 Основой измерений удельных выбросов является нескорректированная эффективная мощность.

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 несущественные вспомогательные устройства не демонтированы, то должна быть определена потребляемая ими мощность при частотах вращения в режиме испытаний для расчета нескорректированной эффективной мощности в соответствии с формулой 18. См. также 5.12.5.1

## 5.2.4 Впускная система двигателя

Испытуемый двигатель должен быть оборудован впускной системой, которая обеспечивает сопротивление впуску, установленное изготовителем, и выступает в роли несосредоточенного воздухоочистителя в условиях эксплуатации двигателя, указанных изготовителем, и которая обеспечивает максимальный расход воздуха при соответствующем применении двигателя.

#### 5.2.5 Выпускная система двигателя

Испытуемый двигатель должен быть оборудован выпускной системой, которая обеспечивает противодействие выпуску, указанное изготовителем для условий эксплуатации двигателя, а также максимальную заявленную мощность при соответствующем применении двигателя.

#### 5.2.6 Система охлаждения

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

#### 5.2.7 Смазочное масло

Должны быть зарегистрированы спецификации используемого при испытаниях смазочного масла.

### 5.3 ТОПЛИВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

5.3.1 Характеристики топлива могут влиять на выбросы двигателем отработавших газов. Следовательно, должны быть определены и зарегистрированы характеристики топлива, используемого при испытаниях. Если используются эталонные топлива, то должны быть представлены эталонный код или спецификации и результаты анализа топлива.

5.3.2 Выбор топлива для испытаний зависит от их цели. Если Администрация не согласует иное и когда нет в распоряжении пригодного эталонного топлива, должно использоваться судовое топливо сорта DM, указанное в ISO 8217 1996 года и имеющее свойства, пригодные для двигателя данного типа.

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

### 5.4 ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

5.4.1 Выбросы компонентов газа из двигателя, представленного для испытаний, должны измеряться анализаторами, технические требования к которым изложены в добавлении 3 к настоящему Кодексу.

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.

5.4.3 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.

#### 5.4.4 Технические характеристики динамометра

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

5.4.4.2 Приборы для измерений крутящего момента и частоты вращения должны обеспечивать измерение мощности на валу во всем диапазоне режимов испытательного стенда, указанном изготовителем. В ином случае должны требоваться и регистрироваться дополнительные расчеты.

5.4.4.3 Точность измерительного оборудования должна быть такой, чтобы максимально допустимые отклонения от величин, приведенных в 1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу, не превышались.

## 5.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

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

### 5.5.1 Метод непосредственных измерений

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 повлекут за собой ошибки в величинах выбросов.

### 5.5.2 Метод измерения расходов воздуха и топлива

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

5.5.2.2 Должны использоваться расходомеры воздуха и топлива, обладающие точностью, определенной в 1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу.

5.5.2.3 Расход отработавших газов должен рассчитываться следующим образом:

$$.1 \quad G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \quad \text{(для массового расхода влажных отработавших газов)} \quad (4)$$

или

$$.2 \quad V_{EXHD} = V_{ARD} + F_{FD} \cdot G_{FUEL} \quad \text{(для объемного расхода сухих отработавших газов)} \quad (5)$$

или

$$.3 \quad V_{EXHW} = V_{AIRW} + F_{FW} \cdot G_{FUEL} \quad \text{(для объемного расхода влажных отработавших газов)} \quad (6)$$

Примечание. Значения коэффициентов  $F_{FD}$  и  $F_{FW}$  различны в зависимости от типа топлива (см. таблицу 1 добавления 6 к настоящему Кодексу).

### 5.5.3 Метод углеродного баланса

Этот способ заключается в расчете массового расхода отработавших газов по расходу топлива и концентрациям отработавших газов методом углеродного и кислородного баланса, указанного в добавлении 6 к настоящему Кодексу.

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

Калибровка всех измерительных приборов должна соответствовать признанным международным стандартам и требованиям, изложенным в 1.3.1 добавления 4 к настоящему Кодексу.

### 5.7 АНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГАЗА

Анализаторы для определения компонентов газа должны соответствовать техническим требованиям, изложенным в добавлении 3 к настоящему Кодексу.

### 5.8 КАЛИБРОВКА АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Каждый анализатор, используемый для измерения параметров двигателя и описанный в добавлении 3 к настоящему Кодексу, должен калиброваться так часто, как это необходимо, и как изложено в добавлении 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. Поскольку различные компоновки могут давать равноценные результаты, точное соответствие этим числовым значениям не требуется. Для обеспечения дополнительной информации и координации функций систем могут использоваться также дополнительные компоненты, как приборы, клапаны, соленоиды, насосы и переключатели. Другие компоненты, которые не требуются для поддержания точности некоторых систем, могут быть исключены, если их исключение основано на надежном техническом анализе.

5.9.1.2 Установки сопротивления впуску и противодавлению выпуску должны быть отрегулированы по верхним пределам, указанным изготовителем, согласно 5.2.4 и 5.2.5 соответственно.

#### 5.9.2 Основные компоненты отработавших газов, подлежащие анализу

5.9.2.1 Аналитическая система для определения выбросов газа ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HC}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_2$ ) в неочищенных отработавших газах должна основываться на использовании следующих анализаторов:

- 1 анализатора типа НПВД для измерения углеводородов;
- 2 анализатора типа НДИА для измерения окиси углерода и двуокиси углерода;
- 3 анализатора типа НХВД или эквивалентного анализатора для измерения окислов азота; и
- 4 ПВД, ЭХД или ДВД для измерения кислорода.

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 происходила конденсация 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 5 и 6 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 в 0,5 м или на расстоянии трех диаметров выпускной трубы - в зависимости от того, что больше, - от выходного отверстия газовойпускной системы как можно дальше от двигателя, но достаточно близко к нему, с тем чтобы обеспечить температуру отработавших газов в пробоотборнике по меньшей мере 343 К (70°C).

5.9.3.2 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 отработавших газов из всех цилиндров. В многоцилиндровых двигателях с отдельными группами трубопроводов, таких, как двигатель V-образной конструкции, допускается отбор пробы отдельно из каждой группы и расчет осредненного выброса отработавших газов. Могут использоваться другие методы, которые, как продемонстрировано, подобны вышеуказанным. Для расчета выброса отработавших газов должен использоваться полный массовый расход отработавших газов.

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

### 5.9.4 Проверка анализаторов

Анализаторы выбросов должны быть установлены на нуль и откалиброваны.

### 5.9.5 Испытательные циклы

Все двигатели должны быть испытаны 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 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 максимального крутящего момента при частоте вращения режима испытаний.

#### 5.9.7 Показания анализаторов

Выходные сигналы анализаторов должны регистрироваться как во время испытаний, так и во время всех проверок сигналов (нуль и поверочный) на ленточном самописце или измеряться с помощью эквивалентной системы сбора данных при прохождении отработавших газов через анализаторы по меньшей мере в течение последних десяти минут каждого режима.

#### 5.9.8 Условия работы двигателя

После стабилизации режима работы двигателя должны быть измерены в каждом режиме частота вращения и нагрузка двигателя, температура всасываемого воздуха и расход топлива. Должен измеряться или рассчитываться и регистрироваться расход отработавших газов.

#### 5.9.9 Перепроверка анализаторов

После испытаний на выбросы должна быть произведена перепроверка калибровки анализаторов с использованием нулевого газа и того же поверочного газа, который использовался до измерений. Испытания должны считаться приемлемыми, если разница между двумя результатами калибровки составляет менее 2%.

#### 5.10 ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

5.10.1 В отношении каждого двигателя, прошедшего испытания для предварительной сертификации или для первоначальной сертификации на судне без предварительной сертификации, изготовитель двигателя должен подготовить протокол испытаний, в котором должны содержаться, как минимум, данные, изложенные в добавлении 5 к настоящему Кодексу. Оригинал протокола испытаний должен храниться в деле изготовителя двигателя, а заверенная копия – в деле Администрации.

5.10.2 Протокол испытаний, будь то оригинал или заверенная копия, должен прилагаться в качестве постоянной части технической документации двигателя.

#### 5.11 ОЦЕНКА ДАННЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ

Для оценки выбросов газов показания самописца за последние 60 секунд каждого режима должны усредняться, а средние концентрации (конц.) CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub> и O<sub>2</sub> во время каждого режима должны определяться по средним показаниям самописца и соответствующим данным калибровки.

#### 5.12 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ

Окончательные результаты для протокола испытаний должны определяться путем выполнения операций, указанных в 5.12.1–5.12.4.

##### 5.12.1 Определение расхода отработавших газов

Расход отработавших газов ( $G_{\text{ЭКНВ}}$ ,  $V_{\text{ЭКНВ}}$  или  $V_{\text{ЭКНД}}$ ) должен определяться для каждого режима в соответствии с одним из методов, указанных в 5.5.1–5.5.3.

### 5.12.2 Поправка на сухую/влажную основу

При применении  $G_{\text{сух}}/V_{\text{сух}}$  или  $V_{\text{сух}}$  измеренная концентрация, если она уже не измерена на влажной основе, должна быть преобразована во влажную основу в соответствии с нижеследующими формулами.

$$\text{конц(вл.)} = K_w \cdot \text{конц(сух.)} \quad (7)$$

#### 5.12.2.1 Для неочищенных отработавших газов:

$$K_{w,r} = \left( 1 - F_{\text{FH}} \cdot \frac{G_{\text{ПЛЛ}}}{G_{\text{ЛРД}}} \right) \cdot K_{w2} \quad (8)$$

$$K_{w2} = \frac{1,608 \cdot H_a}{1000 + (1,608 \cdot H_a)} \quad (9)$$

$$H_a = \frac{6,220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_b - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}} \quad (10)$$

где:

$H_a$  — г воды на кг сухого воздуха

$R_a$  — относительная влажность всасываемого воздуха, %

$p_a$  — давление насыщенных паров во всасываемом воздухе, кПа

$p_b$  — полное барометрическое давление, кПа

Примечание. Формулы, в которых используется  $F_{\text{FH}}$ , являются упрощенными вариантами формул, указанных в разделе 3.7 добавления 6 к настоящему Кодексу (формулы 2-44 и 2-45), которые при применении дают результаты, сравнимые с результатами, предполагаемыми на основе полных формул.

#### 5.12.2.2 В качестве альтернативы:

$$K_{w,r} = \frac{1}{1 - H_{\text{ТСМГ}} \cdot 0,005 \cdot (\%CO(\text{сух}) + \%CO_2(\text{сух}))} \cdot K_{w2} \quad (11)$$

#### 5.12.2.3 Для всасываемого воздуха:

$$K_{w,a} = 1 - K_{w2} \quad (12)$$

5.12.2.4 Формула 8 должна приниматься как определение коэффициента состава топлива  $F_{\text{FH}}$ . Определенный таким образом  $F_{\text{FH}}$  является величиной содержания воды в отработавших газах в зависимости от отношения топлива к воздуху.

5.12.2.5 Типичные значения  $F_{FH}$  можно найти в таблице 1 добавления 6 к настоящему Кодексу. В таблице 1 добавления 6 к настоящему Кодексу содержится перечень значений  $F_{FH}$  для различных топлив.  $F_{FH}$  зависит не только от спецификаций топлива, но также - в меньшей степени - от отношения топлива к воздуху в двигателе.

5.12.2.6 В разделе 3.9 добавления 6 к настоящему Кодексу содержатся формулы для расчета  $F_{FH}$  по содержанию водорода в топливе и отношению топлива к воздуху.

5.12.2.7 В формуле 8 предполагается, что составляющие воды от сгорания и воды из всасываемого воздуха независимы и дополняют друг друга. Формула 2-45 в разделе 3.7 добавления 6 к настоящему Кодексу показывает, что эти две составляющие воды не дополняют друг друга. Формула 2-45 является правильным вариантом, но она весьма сложна, и поэтому должны использоваться более практичные формулы 8 и 11.

### 5.12.3 Поправка на влажность и температуру $NO_x$

5.12.3.1 Поскольку выбросы  $NO_x$  зависят от состояния окружающего воздуха, концентрация  $NO_x$  должна быть откорректирована на температуру и влажность окружающего воздуха умножением на коэффициенты, приведенные в формулах 13 и 14.

5.12.3.2 В настоящем Кодексе во всех расчетах, предусматривающих поправку на влажность, должно использоваться стандартное значение влажности 10,71 г/кг при стандартной исходной температуре 25°C. Другие исходные значения влажности, отличающиеся от 10,71 г/кг, не должны использоваться.

5.12.3.3 Могут использоваться другие формулы корректировки, если они могут быть обоснованы или подтверждены по согласованию заинтересованных сторон и если одобрены Администрацией.

5.12.3.4 Вода или пар, подаваемые в нагнетатель воздуха (увлажнение воздуха), рассматриваются как средство ограничения выбросов и поэтому не должны учитываться в поправке на влажность. Вода, которая конденсируется в охладителе наддувочного воздуха, может изменить влажность наддувочного воздуха и поэтому должна учитываться в поправке на влажность.

### 5.12.3.5 Дизели в целом

Для дизелей в целом должна использоваться следующая формула для расчета  $K_{DIESEL}$ :

$$K_{DIESEL} = \frac{1}{1 + A \cdot (H_a - 10,71) + B \cdot (T_a - 298)}, \quad (13)$$

где:

$$A = 0,309 G_{FUEL} / G_{AIRD} - 0,0266$$

$$B = -0,209 G_{FUEL} / G_{AIRD} + 0,00954$$

$T_a$  - температура воздуха, К

$H_a$  - влажность всасываемого воздуха, г воды на кг сухого воздуха (определяемая по формуле 10)



### 5.12.3.6 Дизели с промежуточным охлаждением воздуха

Для дизелей с промежуточным охлаждением воздуха должна использоваться следующая альтернативная формула 14:

$$K_{\text{дизель}} = \frac{1}{1 - 0,012 \cdot (H_a - 10,71) - 0,00275 \cdot (T_a - 298) + 0,00285 \cdot (T_{\text{sc}} - T_{\text{срвд}})}, \quad (14)$$

где:

$T_{\text{sc}}$  - температура воздуха после промежуточного охлаждения

$T_{\text{срвд}}$  - исходная температура воздуха после промежуточного охлаждения, соответствующая температуре забортной воды 25 °С.  $T_{\text{срвд}}$  должна быть установлена изготовителем.

1. Для учета влажности наддувочного воздуха добавляется следующее соображение.

$H_{\text{sc}}$  – влажность наддувочного воздуха, г воды на кг сухого воздуха, причем:

$$H_{\text{sc}} = 6,220 \cdot P_{\text{sc}} \cdot 100 / (P - P_{\text{sc}}),$$

где:

$P_{\text{sc}}$  – давление насыщенных паров в наддувочном воздухе, кПа

$P$  – давление наддувочного воздуха, кПа

2. Если  $H_a \geq H_{\text{sc}}$ , то в формуле 14 вместо  $H_a$  должна использоваться  $H_{\text{sc}}$ . В этом случае  $G_{\text{ЭКДВ}}$  в 5.5.2.3 должно быть скорректировано следующим образом:

$$G_{\text{ЭКДВ скорректированное}} = G_{\text{ЭКДВ (5.2.3)}} \cdot (1 - (H_a - H_{\text{sc}}) / 1000)$$

3. Если  $H_a < H_{\text{sc}}$ , то в формуле 14  $H_a$  должна использоваться как таковая.

Примечание. Пояснения других переменных величин приведены в формуле 13.

### 5.12.4 Расчет массовых выбросов

5.12.4.1 Массовые выбросы в каждом режиме должны рассчитываться следующим образом (для неочищенных отработавших газов):

$$\text{Масса газа} = u \cdot \text{конц} \cdot G_{\text{ЭКДВ}} \quad (15)$$

или

$$\text{Масса газа} = v \cdot \text{конц} \cdot V_{\text{ЭКДВ}} \quad (16)$$

или

$$\text{Масса газа} = w \cdot \text{конц} \cdot V_{\text{ЭКДВ}} \quad (17)$$

5.12.4.2 Коэффициенты  $u$ -вл.,  $v$ -сух. и  $w$ -вл. должны использоваться, как указано в таблице 5.

Таблица 5. Коэффициенты u, v, w

Газ	u	v	w	конц.
NO <sub>x</sub>	0,001587	0,002053	0,002053	мг/л <sup>3</sup>
CO	0,000966	0,00125	0,00125	мг/л <sup>3</sup>
HC	0,000479	-	0,000619	мг/л <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	15,19	19,64	19,64	проценты
O <sub>2</sub>	11,05	14,29	14,29	проценты

Примечание. Значения коэффициента u, приведенные в таблице 5, верны только при плотности отработавших газов, составляющей 1,293; при плотности отработавших газов ≠ 1,293 u = w / плотность.

#### 5.12.5 Расчет удельных выбросов

5.12.5.1 Выбросы всех отдельных компонентов должны рассчитываться следующим образом:

$$GAS_x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} M_{GAS_i} \cdot W_{F_i}}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot W_{F_i}} \quad (18)$$

где:

$$P_i = P_{M_i} + P_{AUX_i}$$

5.12.5.2 Весовые коэффициенты и количество режимов (n), используемые в вышеуказанном расчете, соответствуют положениям 3.2.

5.12.5.3 Результат расчета средневзвешенного выброса NO<sub>x</sub> из двигателя, определяемого по формуле 18, необходимо затем сопоставить с рис. 1 в 3.1, с тем чтобы установить, соответствует ли двигатель правилу 13 Приложения VI.

## Глава 6 - ПРОЦЕДУРЫ ДЕМОНСТРАЦИИ НА СУДНЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРЕДЕЛАМ ВЫБРОСОВ NO<sub>x</sub>

### 6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

После установки на судне прошедших предварительную сертификацию двигателей на его борту должны выполняться проверочные освидетельствования каждого судового дизеля, как указано в 2.1.1.2–2.1.1.4, для подтверждения того, что двигатели продолжают соответствовать пределам выбросов NO<sub>x</sub>, содержащимся в правиле 13 Приложения VI. 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 контроля в соответствии с 2.3.4, 2.3.5, 2.3.7, 2.3.8, 2.3.11, 2.4.4 и 5.5.

### 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 IAPP) после первоначального сертификационного освидетельствования; и
- 2 двигатели, у которых определенные компоненты и регулируемые элементы подверглись модификациям или регулировкам с момента их последнего освидетельствования.

6.2.1.2 Метод сверки параметров двигателя должен применяться к двигателям, подпадающим под действие 6.2.1.1, когда вносится изменение в компоненты и/или регулируемые элементы двигателя, которое влияет на уровни выбросов NO<sub>x</sub>. Этот метод должен использоваться для подтверждения соответствия пределам выбросов NO<sub>x</sub>. Устанавливаемые на судах двигатели должны проектироваться заранее с учетом возможности легкой осуществимой проверки компонентов, регулируемых элементов и параметров двигателя, которые влияют на уровни выбросов NO<sub>x</sub>.

6.2.1.3 Кроме того, когда дизель спроектирован работать в предписанных пределах выбросов NO<sub>x</sub>, то наиболее вероятно, что в течение срока его эксплуатации на судне пределы выбросов NO<sub>x</sub> могут соблюдаться. Предписанные пределы выбросов NO<sub>x</sub>, однако, могут быть нарушены путем регулировок или модификации двигателя. Следовательно, метод сверки параметров двигателя должен использоваться для проверки, соответствует ли по-прежнему двигатель предписанным пределам выбросов NO<sub>x</sub>.

6.2.1.4 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 применимым пределам выбросов  $\text{NO}_x$ .

6.2.1.5 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 согласно правилу 13 Приложения VI.

6.2.1.6 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.

6.2.1.7 С целью оценки соответствия правилу 13 Приложения VI не всегда необходимо измерять уровень  $\text{NO}_x$  для выяснения того, что двигатель, не оборудованный устройством для последующей очистки, вероятно, соответствует пределам выбросов  $\text{NO}_x$ . 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 пределам выбросов  $\text{NO}_x$ , то он может быть вновь сертифицирован без непосредственных измерений  $\text{NO}_x$ .

6.2.1.8 Для двигателей, оборудованных устройствами для последующей очистки, будет необходима проверка работы этого устройства как часть сверки параметров.

## 6.2.2 Процедуры сверки параметров двигателя

6.2.2.1 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 журналов 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, в дополнение к инспекции документации. Затем, с учетом результатов инспекции документации, должно быть проверено, что регулируемые элементы двигателя находятся в допустимых пределах, указанных в его технической документации.

6.2.2.2 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 применимым пределам выбросов и что используются только компоненты, указанные в существующей спецификации. Если в технической документации отмечены регулировки и/или модификации, указанные в спецификации, то они должны находиться в пределах, рекомендованных изготовителем и одобренных Администрацией.

## 6.2.3 Документация для сверки параметров двигателя

6.2.3.1 Каждый судовой дизель должен иметь техническую документацию, требуемую в 2.3.6, в которой указаны компоненты, установки или рабочие параметры двигателя, которые влияют на выбросы отработавших газов и должны проверяться для обеспечения соответствия.

6.2.3.2 Собственники судов или лица, ответственные за суда, оборудованные дизелями, к которым требуется применение метода сверки параметров двигателя, должны вести на судах следующую документацию в отношении процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне:

- .1 журнал параметров двигателя для регистрации всех изменений, внесенных в компоненты и установки двигателя;
- .2 перечень параметров двигателя с указанием его обозначенных компонентов и установок и/или документацию о рабочих параметрах двигателя, зависящих от нагрузки, представленные изготовителем двигателя и одобренные Администрацией; и
- .3 техническую документацию о модификации компонентов двигателя, когда такой модификации подвергается любой из обозначенных компонентов двигателя.

#### 6.2.3.3 Журнал параметров двигателя

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 уровней выбросов NO<sub>x</sub> из двигателя.

#### 6.2.3.4 Перечень влияющих на NO<sub>x</sub> параметров, иногда изменяемых на судне

6.2.3.4.1 В зависимости от определенной конструкции конкретного двигателя возможны и обычны различные модификации и регулировки, влияющие на NO<sub>x</sub>. Они включают следующие параметры двигателя:

- .1 опережение впрыска топлива,
- .2 впрыскивающая форсунка,
- .3 топливный насос,
- .4 кулачок топливного насоса,
- .5 давление впрыска для обычных разделенных систем,
- .6 камера сгорания,
- .7 степень сжатия,
- .8 тип и конструкция турбоагрегата,
- .9 охладитель наддувочного воздуха, подогреватель наддувочного воздуха
- .10 фазы газораспределения,
- .11 оборудование для уменьшения NO<sub>x</sub> типа "впрыск воды",
- .12 оборудование для уменьшения NO<sub>x</sub> типа "водно-эмульсионное топливо" (водно-топливная эмульсия),
- .13 оборудование для уменьшения NO<sub>x</sub> типа "рециркуляция отработавших газов",
- .14 оборудование для уменьшения NO<sub>x</sub> типа "селективная каталитическая очистка" или
- .15 другие параметры, указанные Администрацией.

6.2.3.4.2 На основе рекомендаций изготовителя двигателя и одобрения Администрации фактическая техническая документация двигателя может включать меньше компонентов и/или параметров, чем указано выше, в зависимости от конкретного двигателя и особенностей конструкции.

#### 6.2.3.5 Перечень контрольных проверок для метода сверки параметров двигателя

Существуют различные возможности освидетельствования некоторых параметров. С одобрения Администрации оператор судна при поддержке изготовителя двигателя может выбрать наиболее пригодный метод. Для демонстрации соответствия может быть достаточным любой из методов, перечисленных в добавлении 7 к настоящему Кодексу, или их сочетание.

#### 6.2.3.6 Техническая документация, касающаяся модификации компонентов двигателя

Технические документы, включаемые в техническую документацию двигателя, должны содержать подробные сведения о модификациях и их влиянии на выбросы  $\text{NO}_x$  и предоставляться в ходе модификаций. Могут приниматься данные стендовых испытаний двигателя более позднего выпуска, который входит в применимую номенклатуру по концепции группы двигателей.

#### 6.2.3.7 Первоначальное состояние компонентов, регулируемых элементов и параметров двигателя

Техническая документация двигателя должна содержать всю применимую информацию, имеющую отношение к рабочим характеристикам двигателя, касающимся выбросов  $\text{NO}_x$ , о компонентах, регулируемых элементах и параметрах данного двигателя во время его предварительной сертификации (Свидетельство EIAPP) или первоначальной сертификации (Свидетельство IAPP), в зависимости от того, какая из них была выполнена раньше.

### 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 периодических и промежуточных освидетельствованиях, когда это требуется. Каждое первое стендовое испытание двигателя должно проводиться в соответствии с процедурой, указанной в главе 5, с использованием судового дизельного топлива сорта DM. Поправки на температуру и влажность окружающего воздуха в соответствии с 5.12.3 обязательны, поскольку суда совершают плавание в условиях холодного/жаркого и сухого/влажного климата, которые могут вызывать различия в выбросах  $\text{NO}_x$ .

6.3.1.2 Для получения значимых результатов подтверждающих испытаний на судне, а также периодических и промежуточных освидетельствований на судне должны быть измерены в соответствии с надлежащим испытательным циклом, как минимум, концентрации  $\text{NO}_x$  в выбросах газов вместе с  $\text{O}_2$  и/или  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ . Весовые коэффициенты  $W_f$  и количество режимов п, 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 изготовителем двигателя и одобренными Администрацией.

6.3.1.4 На практике часто невозможно измерить расход топлива после установки двигателя на судне. Для упрощения процедуры на судне могут допускаться результаты измерений расхода топлива, полученные во время стендовых испытаний двигателя для предварительной сертификации. В таких случаях, особенно при работе на тяжелом жидком топливе, должна быть выполнена оценка

с учетом соответствующей расчетной ошибки. Поскольку расход жидкого топлива, используемый в расчете  $G_{\text{FUEL}}$ , должен относиться к составу жидкого топлива, определенному по отобранной во время испытания пробе топлива, измеренное значение  $G_{\text{FUEL}}$  при стендовых испытаниях должно быть скорректировано на любые различия в низшей теплотворной способности топлива, используемого на испытательном стенде, и 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

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
$b_{\text{m,c}}$	удельный расход топлива (если возможно) (в эйном режиме в течение цикла)	кг/кВт·ч
$H_{\text{a}}$	абсолютная влажность (масса воды, содержащейся во всасываемом в двигатель воздухе, по отношению к массе сухого воздуха)	г/кг
$n_{\text{d,c}}$	частота вращения двигателя (в эйном режиме в течение цикла)	мин <sup>-1</sup>
$n_{\text{turb,c}}$	частота вращения ротора турбоагнетателя (если применяется) (в эйном режиме в течение цикла)	мин <sup>-1</sup>
$P_{\text{B}}$	полное барометрическое давление (в ISO 3046-1, 1995: $p_x = P_x$ = полное давление окружающего воздуха на месте установки)	кПа
$P_{\text{be,c}}$	давление воздуха за охладителем наддувочного воздуха (в эйном режиме в течение цикла)	кПа
$P_{\text{e}}$	эффективная мощность (в эйном режиме в течение цикла)	кВт
$s_{\text{i}}$	положение рейки топливного насоса (каждого цилиндра, если применимо) (в эйном режиме в течение цикла)	
$T_{\text{a}}$	температура воздуха на входе (в ISO 3046-1, 1995: $T_x = TT_x$ = термодинамическая температура окружающего воздуха на месте установки)	К
$T_{\text{be,c}}$	температура воздуха за охладителем наддувочного воздуха (если применимо) (в эйном режиме в течение цикла)	К
$T_{\text{glu}}$	температура хладагента на входе	К
$T_{\text{clout}}$	температура хладагента на выходе	К

Символ	Параметр	Единица
$T_{Exh}$	температура отработавших газов в точке отбора пробы (в энном режиме в течение цикла)	К
$T_{Fuel}$	температура жидкого топлива до поступления в двигатель	К
$T_{Sea}$	температура забортной воды	К
$T_{oil\ out/in}$	температура смазочного масла, на выходе/входе	К

### 6.3.3 Эффективная мощность

6.3.3.1 Аспект, касающийся возможности получения требуемых данных во время испытаний на  $NO_x$  на судне, имеет особое отношение к эффективной мощности. Хотя в главе 5 рассматривается случай непосредственно подсоединенных редукторов, двигателя, как может быть представлено на судне, для различных назначений могут быть расположены 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 такие механизмы, 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 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, 1996.

6.3.4.2 Во избежание излишних осложнений для собственника судна измерения при подтверждающих испытаниях или повторных освидетельствованиях, на основании рекомендации изготовителя двигателя и одобрения Администрации, могут допускаться при работе двигателя на тяжелом жидком топливе сорта RM по стандарту ISO 8217, 1996. В таком случае связанный в топливе азот и воспламеняемость топлива могут влиять на выбросы  $NO_x$  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.



### **6.3.6 Измерительное оборудование и показатели, подлежащие измерению**

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**

В таблицах 3 и 4, содержащихся в пункте 1.3.2 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**

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 сопоставимы 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 изготовителя двигателя и быть одобрены Администрацией.

### **6.3.10 Расчет выбросов газов**

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 периодических и промежуточных освидетельствований.

6.3.11.2 Выбросы  $\text{NO}_x$  из двигателя могут быть различными в зависимости от воспламеняемости топлива и связанного в топливе азота. Если нет достаточной информации о влиянии воспламеняемости на образование  $\text{NO}_x$  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 топлива сорта RM (ISO 8217, 1996), 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, 1996 объеме, любых дополнительных компонентов, необходимых для четкой спецификации топлива.

6.3.11.3 Ни в коем случае общий разрешаемый допуск как на упрощение измерений на судне, так и на использование тяжелого жидкого топлива сорта RM по стандарту ISO 8217, 1996 не должен превышать 15% от применимого предельного значения.

ДОБАВЛЕНИЕ 1

Форма Свидетельства EIAPP  
(См. 2.2.9 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)

МЕЖДУНАРОДНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ИЗ ДВИГАТЕЛЯ

Выдано на основании положений Протокола 1997 года к 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 дизель освидетельствован для предварительной сертификации в соответствии с требованиями Технического кодекса по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей, 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)

.....20.....  
(Дата выдачи) (Подпись надлежащим образом уполномоченного  
должностного лица, выдвшего свидетельство)

.....  
(Печать или штамп организации)

Добавление к Международному свидетельству о предотвращении  
загрязнения воздушной среды из двигателя  
(Свидетельство ЕIAPP)

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И СРЕДСТВ ПРОВЕРКИ

в отношении положений Приложения VI к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколами 1978 и 1997 годов к ней (далее именуемой "Конвенция"), а также Технического кодекса по контролю за выбросами окислов азота из судовых дизельных двигателей (далее именуемого "Технический кодекс по NO<sub>x</sub>")

*Примечания.*

- 1 Настоящее Описание и приложения к нему должны быть постоянно приложены к Свидетельству ЕIAPP. Свидетельство ЕIAPP должно сопровождать двигатель в течение срока его эксплуатации и постоянно находиться на судне.
- 2 Если подлинник Описания составлен не на английском или французском языках, то его текст должен включать перевод на один из этих языков.
- 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 NO<sub>x</sub>.

- 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 Испытательный(ые) цикл(ы) (см. главу 3 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>) .....
  - 1.10 Номинальная мощность (кВт) и частота вращения (об/мин) .....
  - 1.11 Номер одобрения двигателя .....

- 1.12 Спецификация(и) топлива для испытаний .....
- 1.13 Присвоенный номер одобрения устройства для уменьшения выбросов NO<sub>x</sub> (если установлено) .....
- 1.14 Применяемый предел выбросов NO<sub>x</sub> (г/кВт·ч) (правило 13 Приложения VI) .....
- 1.15 Фактическое значение выбросов NO<sub>x</sub> (г/кВт·ч) .....
- 2 Сведения о технической документации**
- 2.1 Идентификационный номер/номер одобрения технической документации .....
- 2.2 Дата одобрения технической документации .....
- 2.3 Техническая документация, требуемая главой 2 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>, является неотъемлемой частью Свидетельства EIAPP и должна всегда сопровождать двигатель в течение срока его эксплуатации и всегда находиться на судне.
- 3 Спецификации процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне для освидетельствования параметров двигателя**
- 3.1 Идентификационный номер/номер одобрения процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне .....
- 3.2 Дата одобрения процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне .....
- 3.3 Спецификации процедур проверки NO<sub>x</sub> на судне, требуемых главой 6 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>, являются неотъемлемой частью Свидетельства EIAPP и должны всегда сопровождать двигатель в течение срока его эксплуатации и всегда находиться на судне.

НАСТОЯЩИМ УДОСТОВЕРЯЕТСЯ, что настоящее Описание содержит достоверные во всех отношениях сведения.

Выдано в .....  
(Место выдачи Описания)

.....20..  
(Дата выдачи)

.....  
(Подпись надлежащим образом уполномоченного  
должностного лица, выдавшего Описание)

(Печать или штамп организации)

**ДОБАВЛЕНИЕ 2 .**

**СХЕМЫ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ  
(См. 2.2.8 и 2.3.13 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)**

Руководство по соответствию освидетельствованиям и сертификации судовых дизелей, описанным в главе 2 настоящего Кодекса, показано на схемах, содержащихся на трех нижеследующих страницах:

- Рис. 1. Схема, этап 1 - Предварительное сертификационное освидетельствование на предприятии изготовителя
- Рис. 2. Схема, этап 2 - Первоначальное освидетельствование на судне
- Рис. 3. Схема, этап 3 - Периодическое освидетельствование на судне

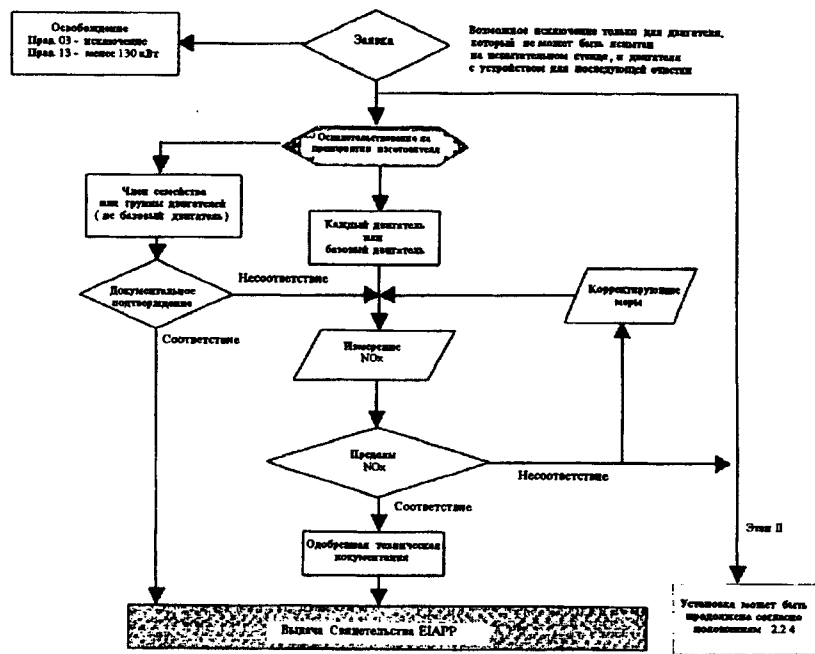


Рис. 1. Схема, этап I - Предварительное сертификационное освидетельствование на предприятии изготовителя

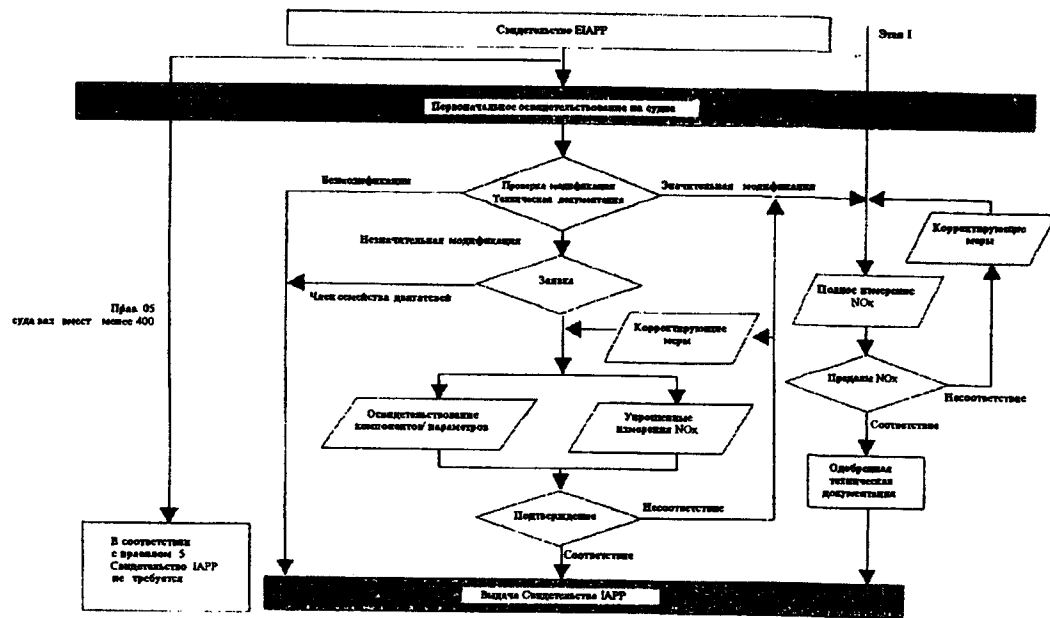


Рис. 2. Схема, этап II - Первоначальное освидетельствование на судне





### ДОБАВЛЕНИЕ 3

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АНАЛИЗАТОРАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГАЗА В ВЫБРОСАХ ИЗ ДИЗЕЛЕЙ (См. главу 5 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)

##### 1 Общие положения

1.1 Анализаторы должны иметь диапазон измерений, соответствующий точности, требуемой для измерения концентраций компонентов отработавших газов (см. 1.5). Все анализаторы должны быть пригодны для непрерывных измерений в потоке газов и обеспечивать непрерывный выходной сигнал, который может быть зарегистрирован. Рекомендуется, чтобы анализаторы работали таким образом, чтобы измеренное значение концентрации находилось в диапазоне от 15% до 100% полной шкалы.

1.2 Если используются считывающие системы (компьютеры, регистраторы данных и т.д.), которые обеспечивают достаточную точность и разрешающую способность в диапазоне ниже 15% полной шкалы, то могут также допускаться значения концентрации менее 15% полной шкалы. В этом случае должны производиться дополнительные калибровки для обеспечения точности калибровочных кривых (см. 5.5.2 добавления 4 к настоящему Кодексу).

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

##### 1.4 Определения

1. *Воспроизводимость* анализатора определяется как 2,5 стандартного отклонения 10 повторных откликов на данный калибровочный или поверочный газ.
2. *Нулевой отклик* анализатора определяется как среднее значение отклика, включая шум, на нулевой газ в течение 30 секунд.
3. *Поверочный сигнал* определяется как разница между поверочным и нулевым откликами.
4. *Поверочный отклик* определяется как среднее значение отклика, включая шум, на поверочный газ в течение 30 секунд.

##### 1.5 Погрешность измерения

У анализатора полная погрешность измерения, включая перекрестную чувствительность к другим газам (см. раздел 8 добавления 4 к настоящему Кодексу), не должна превышать  $\pm 5\%$  считываемого значения или  $\pm 3,5\%$  полной шкалы, в зависимости от того, что меньше. Для концентраций менее  $100 \text{ мгл}^{-1}$  погрешность измерения не должна превышать  $\pm 4 \text{ мгл}^{-1}$ .

##### 1.6 Воспроизводимость

Воспроизводимость анализатора должна быть не более  $\pm 1\%$  полной шкалы концентрации для каждого используемого диапазона сверх  $155 \text{ мгл}^{-1}$  (или  $\text{мгн}^{-1}\text{С}$ ) или  $\pm 2\%$  для каждого используемого диапазона меньше  $155 \text{ мгл}^{-1}$  (или  $\text{мгн}^{-1}\text{С}$ ).

### 1.7 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.

### 1.8 Дрейф нуля

Дрейф нуля в течение одного часа должен быть менее 2% полной шкалы в самом низком используемом диапазоне.

### 1.9 Дрейф поверочного сигнала

Дрейф поверочного сигнала в течение одного часа должен быть менее 2% полной шкалы в самом низком используемом диапазоне.

## 2 Осушение газа

Факультативное газоосушительное устройство должно оказывать минимальное влияние на концентрацию измеряемых газов. Химические осушители неприемлемы для удаления воды из пробы.

## 3 Анализаторы

Подлежащие измерению газы должны анализироваться с помощью следующих приборов. Для нелинейных анализаторов допускается использование линеаризирующих преобразователей.

### .1 Анализ окиси углерода (CO)

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

### .2 Анализ двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>)

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

### .3 Анализ кислорода (O<sub>2</sub>)

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

Примечание. Электрохимические датчики должны быть компенсированы на помехи от CO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>.

### .4 Анализ окислов азота (NO<sub>x</sub>)

Анализаторами окислов азота должен быть хемилюминесцентный детектор (ХЛД) или нагреваемый хемилюминесцентный детектор (НХЛД) с конвертером NO<sub>2</sub>/NO, если измерения производятся в сухих газах. Если измерения производятся во влажных газах, то должен использоваться НХЛД с нагревом конвертера до температуры более 333 К (60°C) при условии выполнения проверки подавляющего влияния воды (см. 8.2.2 добавления 4 к настоящему Кодексу).

ДОБАВЛЕНИЕ 4

**КАЛИБРОВКА АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**  
(См. главу 5 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)

**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 расчеты, требуемые настоящим добавлением, должны регистрироваться в протоколе испытаний двигателя в соответствии с разделом 5.10 настоящего Кодекса.

**1.3 Точность аналитических приборов**

**1.3.1 Допустимые отклонения показаний приборов для измерений на испытательном стенде**

Калибровка всех измерительных приборов должна соответствовать требованиям, изложенным в таблицах 1 и 2, а также национальным или международным стандартам.

Таблица 1. Допустимые отклонения показаний параметров двигателя при измерениях на испытательном стенде

№	Параметр	Допустимое отклонение (значения в ±% к максимальным значениям параметров двигателя)	Интервалы между калибровками (месяцы)
1	частота вращения двигателя	2%	3
2	крутящий момент	2%	3
3	мощность	2%	не применимо
4	расход топлива	2%	6
5	расход воздуха	2%	6
6	расход отработавших газов	4%	5

Таблица 2. Допустимые отклонения показаний основных измеряемых параметров при измерениях на испытательном стенде

№	Параметр	Допустимое отклонение от абсолютных величин (±)	Интервалы между калибровками (месяцы)
1	температура хладагента	2 К	3
2	температура смазочного масла	2 К	3
3	давление отработавших газов	5% от максимального	3
4	разрежение во впускном коллекторе	5% от максимального	3
5	температура отработавших газов	15 К	3
6	температура воздуха на впуске (воздух для сгорания)	2 К	3
7	атмосферное давление	0,5% от показания	3
8	влажность всасываемого воздуха (относительная)	3%	1
9	температура топлива	2 К	3

1.3.2 Допустимые отклонения показаний приборов для измерений на судне в целях проверки

Калибровка всех измерительных приборов должна соответствовать требованиям, изложенным в таблицах 3 и 4, а также национальным или международным стандартам.

Таблица 3. Допустимые отклонения показаний приборов при измерениях параметров двигателя на судне

№	Параметр	Допустимое отклонение (±% к максимальным значениям параметров)	Интервалы между калибровками (месяцы)
1	частота вращения двигателя	2%	3
2	крутящий момент	5%	3
3	мощность	5%	не применимо
4	расход топлива	4% / 6% дизельного/остаточного	6
5	удельный расход топлива	не применимо	не применимо
6	расход воздуха	5%	6
7	расход отработавших газов	5% от рассчитанного	6

Таблица 4. Допустимые отклонения показаний приборов при измерениях других основных параметров на судне

№	Параметр	Допустимое отклонение от абсолютных величин ( $\pm\%$ ) или "от показания"	Интервалы между калибровками (месяцы)
1	температура хладагента	2 К	3
2	температура смазочного масла	2 К	3
3	давление отработавших газов	5% от максимального	3
4	разрежение во впускном коллекторе	5% от максимального	3
5	температура отработавших газов	15 К	3
6	температура воздуха на впуске	2 К	3
7	атмосферное давление	0,5% от показания	3
8	влажность всасываемого воздуха (относительная)	3%	1
9	температура топлива	2 К	3

## 2 Калибровочные газы

Срок годности всех калибровочных газов, рекомендованный изготовителем, не должен превышать. Истечение срока годности калибровочных газов, указанного изготовителем, должно регистрироваться.

### 2.1 Чистые газы

2.1.1 Требуемая чистота газов определяется пределами загрязнения, приведенными ниже. Для работы по методике измерений на испытательном стенде должны иметься в наличии следующие газы:

- .1 очищенный азот (примеси:  $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$ ,  $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}$ ,  $\leq 400 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}_2$ ,  $\leq 0,1 \text{ млн}^{-1} \text{ NO}$ );
- .2 очищенный кислород (чистота  $> 99,5\% \text{ O}_2$  по объему);
- .3 смесь водорода с гелием ( $40 \pm 2\%$  водорода, остальное - гелий) (примеси:  $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$ ,  $\leq 400 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}$ ); и
- .4 очищенный синтетический воздух (примеси:  $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ C}$ ,  $\leq 1 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}$ ,  $\leq 400 \text{ млн}^{-1} \text{ CO}_2$ ,  $\leq 0,1 \text{ млн}^{-1} \text{ NO}$ ) (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.  $\text{NO}_x$  и очищенный азот (количество  $\text{NO}_2$  в этом калибровочном газе не должно превышать 5% содержания  $\text{NO}$ );
3.  $\text{O}_2$  и очищенный азот; и
4.  $\text{CO}_2$  и очищенный азот.

**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  $\text{млн}^{-1}$  по объему).

2.2.3 Используемые для калибровки и поверки газы могут быть также получены посредством делителя газов – разбавления очищенными  $\text{N}_2$  или синтетическим воздухом. Точность смесительного устройства должна быть такой, чтобы концентрация разбавленных калибровочных газов могла определяться в пределах  $\pm 2\%$ .

### 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. Проботборник 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, который может применяться, является ступенчатое изменение концентрации на входе пробоотборной магистрали путем переключения с нулевого газа на поверочный. После надлежащего периода времени должно отмечаться показание пониженной концентрации по сравнению с введенной; это свидетельствует о необходимости калибровки или о наличии утечки.

#### 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 ИДИА и НПИД

Анализатор типа ИДИА должен быть настроен, как это необходимо.

## 5.4 Калибровка

5.4.1 Каждый обычно используемый рабочий диапазон должен быть откалиброван.

5.4.2 С помощью очищенного синтетического воздуха (или азота) анализаторы CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и O<sub>2</sub> должны быть установлены на нуль.

5.4.3 В анализаторы должны быть введены соответствующие калибровочные газы, зарегистрированы отклики и построены калибровочные кривые в соответствии с 5.5, ниже.

5.4.4 При необходимости установка на нуль должна быть перепроверена, а процедура калибровки повторена.

## 5.5 Построение калибровочной кривой

### 5.5.1 Общие руководящие принципы

5.5.1.1 Калибровочная кривая анализатора должна строиться по меньшей мере по пяти калибровочным точкам (исключая нуль), распределенным настолько равномерно, насколько это возможно. Наибольшая номинальная концентрация должна превышать или равняться 90% полной шкалы.

5.5.1.2 Калибровочная кривая рассчитывается методом наименьших квадратов. Если результирующая степень полинома более 3, то количество калибровочных точек (включая нуль) должно быть по меньшей мере равно этой степени полинома плюс 2.

5.5.1.3 Калибровочная кривая не должна отличаться более чем на  $\pm 2\%$  от номинального значения в каждой калибровочной точке и более чем на  $\pm 1\%$  полной шкалы при нуле.

5.5.1.4 По калибровочной кривой и калибровочным точкам можно проверить, что калибровка произведена правильно. Должны быть указаны различные характеристические параметры анализатора, в частности:

- .1 диапазон измерений;
- .2 чувствительность; и
- .3 дата проведения калибровки.

### 5.5.2 Калибровка в диапазоне ниже 15% полной шкалы

5.5.2.1 Калибровочная кривая анализатора должна строиться по меньшей мере по 10 калибровочным точкам (исключая нуль), распределенным так, чтобы 50% калибровочных точек приходилось на диапазон менее 10% полной шкалы.



5.5.2.2 Калибровочная кривая должна рассчитываться методом наименьших квадратов.

5.5.2.3 Калибровочная кривая не должна отличаться более чем на  $\pm 4\%$  от номинального значения каждой калибровочной точки и более чем на  $\pm 1\%$  полной шкалы при нуле.

### 5.5.3 Альтернативные методы

Могут использоваться альтернативные технологии (например, компьютер, электронный переключатель диапазонов и т.д.), если может быть доказана их равноценная точность.

## 6 Проверка калибровки

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 $\text{NO}_x$

В соответствии с 7.1–7.8, ниже, должен быть определен коэффициент полезного действия (кпд) конвертера для преобразования  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}$ .

### 7.1 Испытательная установка

С помощью испытательной установки, показанной ниже на рис. 1 (см. также 3.4 добавления 3 к настоящему Кодексу), и указанной ниже процедуры должен быть определен посредством озолятора кпд конвертеров.

### 7.2 Калибровка

ХЛЦ и НХЛЦ должны калиброваться в наиболее обычном рабочем диапазоне в соответствии со спецификациями изготовителя с помощью нулевого и поверочного газов (содержание  $\text{NO}$  в которых должно составлять около 80% рабочего диапазона, а концентрация  $\text{NO}_2$  в газовой смеси - менее 5% концентрации  $\text{NO}$ ). Анализатор  $\text{NO}_x$  должен быть в режиме  $\text{NO}$ , с тем чтобы поверочный газ не проходил через конвертер. Отмечаемая концентрация должна быть зарегистрирована.

### 7.3 Расчет

Кпд конвертера  $\text{NO}_x$  должен рассчитываться следующим образом:

$$\text{кпд}(\%) = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где:

a - концентрация  $\text{NO}_x$  в соответствии с 7.6, ниже

- b - концентрация  $\text{NO}_x$  в соответствии с 7.7, ниже
- c - концентрация  $\text{NO}$  в соответствии с 7.4, ниже
- d - концентрация  $\text{NO}$  в соответствии с 7.5, ниже

#### 7.4 Добавление кислорода

7.4.1 В поток газа через тройники 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  $\text{NO}$ ).

7.4.2 Отмечаемая концентрация "с" 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  $\text{NO}$  примерно до 20% (минимум 10%) от калибровочной концентрации, приведенной выше в 7.2. Отмечаемая концентрация "d" должна быть зарегистрирована (анализатор должен быть в режиме  $\text{NO}$ ).

#### 7.6 Режим $\text{NO}_x$

Затем анализатор  $\text{NO}$  должен быть переключен в режим  $\text{NO}_x$ , с тем чтобы газовая смесь (состоящая из  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$ ) проходила теперь через конвертер. Отмечаемая концентрация "а" должна быть зарегистрирована (анализатор должен быть в режиме  $\text{NO}_x$ ).

#### 7.7 Выключение озонатора

Теперь 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  $\text{NO}_x$ ).

#### 7.8 Режим $\text{NO}$

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

#### 7.9 Частота проверок

Кпд конвертера должен проверяться перед каждой калибровкой анализатора  $\text{NO}_x$ .

#### 7.10 Требование относительно кпд

Кпд конвертера должен быть не ниже 90%, однако настоятельно рекомендуется более высокий кпд, составляющий 95%.

Примечание. Если при работе анализатора в наиболее обычном диапазоне конвертер  $\text{NO}_x$  не может обеспечить снижение с 80% до 20% в соответствии с 7.2, выше, то должен использоваться самый высокий диапазон, который обеспечит такое снижение.

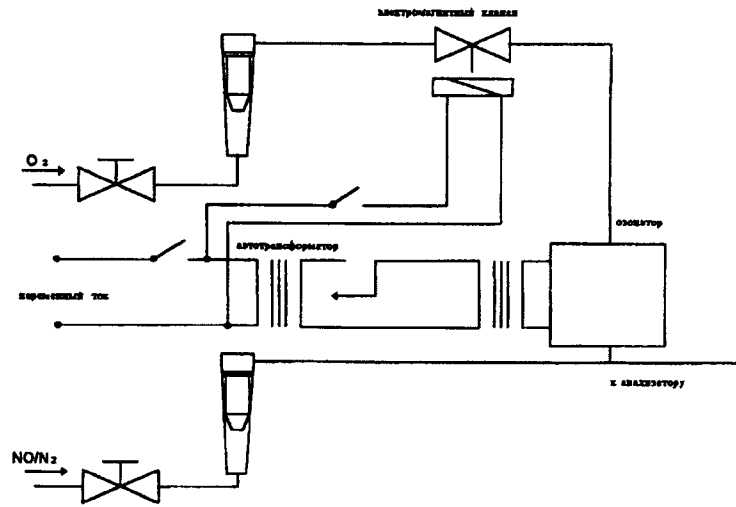


Рис. 1. Схема устройства для определения кпд конвертера  $\text{NO}_2$

## 8 Эффекты помех в анализаторах $\text{CO}$ , $\text{CO}_2$ , $\text{NO}_x$ и $\text{O}_2$

Компоненты отработавших газов, иные чем анализируемый газ, могут оказывать помехи на показания несколькими путями. Положительные помехи могут проявляться в приборах типа НДИА и ПМД, когда создающий помехи газ оказывает такое же воздействие, что и измеряемый, но в меньшей степени. Отрицательные помехи могут проявляться 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 ниже в 8.1 и 8.2.

### 8.1 Проверка помех в анализаторе $\text{CO}$

Вода и  $\text{CO}_2$  могут оказывать помехи на работу анализатора  $\text{CO}$ . Следовательно, поверочный газ  $\text{CO}_2$ , 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, больших или равных  $300 \text{ млн}^{-1}$ , или превышать  $3 \text{ млн}^{-1}$  для диапазонов ниже  $300 \text{ млн}^{-1}$ .

### 8.2 Проверки подавления сигнала в анализаторе $\text{NO}_x$

Два газа, влияющие на работу анализаторов типа ХЛД (и НХЛД), являются  $\text{CO}_2$  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.

### 8.2.1 Проверка подавления сигнала $\text{CO}_2$

8.2.1.1 Поверочный газ  $\text{CO}_2$ , имеющий концентрацию 80-100% полной шкалы максимального рабочего диапазона, должен быть пропущен через анализатор типа НЦИА, а значение  $\text{CO}_2$  должно быть зарегистрировано как А. Затем он должен быть разбавлен приблизительно на 50% поверочным газом NO и пропущен через НЦИА и (Н)ХЛЦ с регистрацией значений  $\text{CO}_2$  и NO как В и С соответственно. Затем подача  $\text{CO}_2$  должна быть перекрыта и только поверочный газ NO должен быть пропущен через (Н)ХЛЦ, а значение NO должно быть зарегистрировано как D.

8.2.1.2 Подавление сигнала должно рассчитываться следующим образом:

$$\% \text{ подавления сигнала} = \left[ 1 - \left( \frac{C \cdot A}{(D \cdot A) - (D \cdot B)} \right) \right] \cdot 100 \quad (2)$$

и не должно превышать 3% полной шкалы,

где:

A - концентрация неразбавленного $\text{CO}_2$ , измеренная с помощью НЦИА	%
B - концентрация разбавленного $\text{CO}_2$ , измеренная с помощью НЦИА	%
C - концентрация разбавленного NO, измеренная с помощью (Н)ХЛЦ	млн <sup>-1</sup>
D - концентрация неразбавленного NO, измеренная с помощью (Н)ХЛЦ	млн <sup>-1</sup>

8.2.1.3 Могут применяться альтернативные методы разбавления и дозирования поверочных газов  $\text{CO}_2$  и NO, такие, как динамическое смешение/гомогенизация.

### 8.2.2 Проверка подавления сигнала водой

8.2.2.1 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.

8.2.2.2 Поверочный газ NO, имеющий концентрацию 80-100% полной шкалы нормального рабочего диапазона, должен быть пропущен через (Н)ХЛЦ, а значение NO должно быть зарегистрировано как D. Затем поверочный газ NO должен барботироваться через воду комнатной температуры и пропускаться через (Н)ХЛЦ, а значение NO должно быть зарегистрировано как С. Должны быть определены и зарегистрированы как E и F соответственно абсолютное рабочее давление в анализаторе и 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 (в %) в смеси должна рассчитываться по формуле:

$$H = 100 \cdot \left( \frac{G}{E} \right) \quad (3)$$

и регистрироваться как H. Ожидаемая концентрация разбавленного поверочного газа NO (в водяных парах) должна рассчитываться по формуле:

$$De = D \cdot \left( 1 - \frac{H}{100} \right) \quad (4)$$

и регистрироваться как De. Принимая отношение атомов водорода к углероду (H/C) в топливе 1,8:1, на основе концентрации неразбавленного поверочного газа  $\text{CO}_2$  (значение A, измеренное выше в

8.2.1) должна определяться максимальная концентрация водяных паров (в %) в отработавших газах дизеля, ожидаемая во время испытаний, по формуле:

$$H_m = 0,9 \cdot A \quad (5)$$

и регистрироваться как  $H_m$ .

8.2.2.3 Подавление сигнала водой должно рассчитываться по формуле:

$$\% \text{ подавления сигнала} = 100 \cdot \frac{(D_e - C) \cdot H_m}{D_e \cdot H} \quad (6)$$

и не должно превышать 3%,

где:

$D_e$	- ожидаемая концентрация разбавленного NO	млн <sup>-1</sup>
$C$	- концентрация разбавленного NO	млн <sup>-1</sup>
$H_m$	- максимальная концентрация водяных паров	%
$H$	- фактическая концентрация водяных паров	%

Примечание. Важно, чтобы при этой проверке поперочный газ NO содержал NO<sub>2</sub> в минимальной концентрации, поскольку в расчетах подавления сигнала поглощение NO<sub>2</sub> в воде не учитывалось.

### 8.3 Помехи в анализаторе O<sub>2</sub>

8.3.1 Реакция анализатора типа ПМД, вызываемая газами, иными чем кислород, сравнительно слабая. В таблице 5 показаны кислородные эквиваленты обычных составляющих отработавших газов.

Таблица 5. Кислородные эквиваленты

Концентрация газа 100%	Эквивалентный % O <sub>2</sub>
Углекислый газ, CO <sub>2</sub>	- 0,623
Окись углерода, CO	- 0,354
Окись азота, NO	+ 44,4
Двуокись азота, NO <sub>2</sub>	+ 28,7
Вода, H <sub>2</sub> O	- 0,381

8.3.2 Если требуются высокоточные измерения, то наблюдаемая концентрация кислорода должна быть откорректирована по следующей формуле:

$$\text{Помеха} = (\text{эквивалентный \% O}_2 \cdot \text{наблюдаемая концентрация}) / 100 \quad (7)$$

8.3.3 Для анализаторов типа ДДЦ и ЭХД помехи, создаваемые газами, иными чем кислород, должны быть скомпенсированы в соответствии с инструкциями поставщика прибора.

**9 Частота калибровок**

**Анализаторы должны калиброваться в соответствии с разделом 5 по меньшей мере каждые 3 месяца или при каждом ремонте или изменении системы, которые могут влиять на калибровку.**

ДОБАВЛЕНИЕ 5 - ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА ИСПЫТАНИЙ  
(См. 5.10 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)

Протокол испытаний на выбросы № ..... Сведения о двигателе ..... Лист 1/5

<b>Двигатель</b>			
Изготовитель			
Тип двигателя			
Обозначение семейства или группы			
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.х.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			
<b>Установленные условия окружающей среды:</b>			
Максимальная температура забортной воды		°C	
Максимальная температура наддувочного 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 топлива			
Температура топлива		°C	
Спецификация смазочного масла			
<b>Применение/предназначение:</b>			
Пользователь			
Окончательное применение/установка, судно			
Окончательное применение/установка, двигатель		Главный:	Вспомог..
<b>Результаты испытаний на выбросы:</b>			
Цикл			
NO <sub>x</sub>			г/кВт·ч
Обозначение испытаний			
Дата/время			
Место испытаний/ испытательный стенд			

Номер испытаний	
Инспектор	
Дата и место составления протокола	
Подпись	

\* Если применимо



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	дизель/дизель или тяжелое топливо/двойное
Камера сгорания	открытая/разделенная
Расположение органов газораспределения	головка/стенка цилиндра
Размеры и число органов газораспределения	
Тип топливной системы	

Прочие технические характеристики:	
Рециркуляция отработавших газов	нет / да
Выпуск 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 (указать)	Максимальная скорость подачи топлива / иной метод (указать)			
Число цилиндров				
Макс. номинальная цилиндровая мощность				
Номинальная частота вращения				
Опережение впрыска топлива (диапазон)				
Макс. расход топлива базового двигателя				
Выбранный базовый двигатель				Базовый
Применение				

\* Если применимо

Протокол испытаний на выбросы No. ....

Сведения об испытательном стенде\*

Лист 3/5

Выпускная труба	
Диаметр	мм
Длина	м
Изоляция	нет: да:
Расположение пробоотборника	
Примечание	

Измерительное оборудование					
	Изготовитель	Модель	Диапазон измерений	Калибровка	
				Коэф. поверочного газа	Отклонение
<b>Анализатор</b>					
Анализатор NO <sub>x</sub>			млн <sup>-1</sup>		%
Анализатор CO			млн <sup>-1</sup>		%
Анализатор CO <sub>2</sub>			%		%
Анализатор O <sub>2</sub>			%		%
Анализатор HC			млн <sup>-1</sup>		%
Частота вращения			об/мин		%
Крутящий момент			Н·м		%
Мощность, если применимо			кВт		%
Расход топлива					%
Расход воздуха					%
Расход отработавших газов					%
<b>Температуры</b>					
Хладагента			°C		°C
Смазочного масла			°C		°C
Отработавших газов			°C		°C
Всасываемого воздуха			°C		°C
Воздуха промежуточного охлаждения			°C		°C
Топлива			°C		°C
<b>Давление</b>					
Отработавших газов			кПа		%
Впускного коллектора			кПа		%
Атмосферное			кПа		%
<b>Давление паров</b>					
Всасываемого воздуха			кПа		%
<b>Влажность</b>					
Всасываемого воздуха			%		%

Характеристики топлива

Тип топлива		Характеристики топлива		
Свойства топлива:		Анализ элементов топлива		
Плотность	ISO 3675	кг/л	Углерод	% по массе
Вязкость	ISO 3104	мм <sup>2</sup> /с	Водород	% по массе
			Азот	% по массе
			Кислород	% по массе
			Сера	% по массе
			Нижняя теплота сгорания	МДж/кг

\* Если применимо

Режимы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность/крутящий момент %										
Частота вращения %										
Время начала режима										

Данные об окружающей среде										
Атмосферное давление кПа										
Температура всасываемого воздуха °С										
Влажность всасываемого воздуха г/кг										
Атмосферный фактор (fa)										

Данные о выбросах газов:										
Концентрация NO <sub>x</sub> сух./вл. млн <sup>-1</sup>										
Концентрация CO сух./вл. млн <sup>-1</sup>										
Концентрация CO <sub>2</sub> сух./вл. %										
Концентрация O <sub>2</sub> сух./вл. %										
Концентрация HC сух./вл. млн <sup>-1</sup>										
Поправочный коэффициент на влажность NO <sub>x</sub>										
Коэффициент состава топлива (FFH)										
Поправочный коэффициент сух./вл.										
Массовый расход NO <sub>x</sub> кг/ч										
Массовый расход CO кг/ч										
Массовый расход CO <sub>2</sub> кг/ч										
Массовый расход O <sub>2</sub> кг/ч										
Массовый расход HC кг/ч										
Массовый расход SO <sub>x</sub> кг/ч										
Удельный выброс NO <sub>x</sub> г/кВт·ч										

\* Если применимо

Режим	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	бар									
Положение рейки топливного насоса	мм									
Нескорректированный удельный расход топлива	г/кВт·ч									
Расход топлива	кг/ч									
Расход воздуха	кг/ч									
Расход отработавших газов (gexhw)	кг/ч									
Температура отработавших газов	°C									
Противодавление на выпуске	мбар									
Температура хладагента на выходе из цилиндра	°C									
Температура хладагента на входе в цилиндр	°C									
Давление хладагента в цилиндре	бар									
Температура воздуха промежуточного охлаждения	°C									
Температура смазочного масла	°C									
Давление смазочного масла	бар									
Разрежение на впуске	мбар									

\* Если применимо

ДОБАВЛЕНИЕ 6

РАСЧЕТ МАССОВОГО РАСХОДА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ  
(МЕТОД УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА)  
(См. главу 5 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящее добавление посвящено расчету массового расхода отработавших газов и/или расхода воздуха для сгорания. Оба нижеприведенных метода основаны на измерении 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 4 раздела "Сокращения, подстрочные индексы и символы" настоящего Кодекса.

1.2 Настоящее добавление включает два следующих метода расчета массового расхода отработавших газов: метод 1 (углеродный баланс) действителен только при использовании топлив, не содержащих кислорода и азота; метод 2 (универсальный, углеродно-кислородный баланс) применяется к топливам, содержащим H, C, S, O, N в известном соотношении.

1.3 Метод 2 обеспечивает легко понимаемый и универсальный вывод всех формул, включая все константы. Этот метод предусматривается потому, что во многих случаях имеющиеся константы, не учитывающие основных параметров, могут приводить к результатам с ошибками, которых можно избежать. Используя формулы в рамках метода 2, возможно также рассчитать основные параметры в условиях, отличающихся от стандартных.

1.4 В таблице 1 приведены примеры параметров некоторых топлив. Состав топлив приведен только для справки и не должен использоваться вместо состава фактически применяемых топлив.

Таблица 1. Параметры некоторых топлив (примеры)

Топливо	C %	H %	S %	O %	I	FFH	FFW	FFD	EXH DENS
Дизельное	86,2	13,6	0,17	0	1	1,835	0,749	-0,767	1,294
					1,35	1,865			1,293
					3,5	1,920			1,292
RME	77,2	12,0		10,8	1	1,600	0,734	-0,599	1,296
					1,35	1,63			1,295
					3,5	1,685			1,292
Метанол	37,5	12,6	0	50,0	1	1,495	1,046	-0,354	1,233
					1,35	1,565			1,246
					3,5	1,705			1,272
Этанол	52,1	13,1	0	34,7	1	1,65	0,965	-0,49	1,26
					1,35	1,704			1,265
					3,5	1,807			1,281
Природный газ*	60,6	19,3	0	1,9	1	2,509	1,078	-1,065	1,257
					1,35	2,572			1,265
					3,5	2,689			1,28
Пропан	81,7	18,3	0	0	1	2,423	1,007	-1,025	1,268
					1,35	2,473			1,273
					3,5	2,564			1,284

Топливо	C %	H %	S %	O %	I	FFH	FFW	FFD	EXH DENS
Бутан	82,7	17,3	0	0	1	2,298	0,952	-0,97	1,273
					1,35	2,343			1,277
					3,5	2,426			1,285

\* Объемный состав: 1,10% CO<sub>2</sub>; 12,10% N<sub>2</sub>; 84,20% CH<sub>4</sub>; 3,42% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>;  
0,66% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; 0,22% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; 0,05% C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>; 0,05% C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>

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

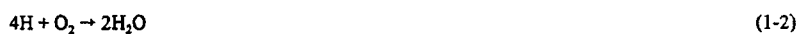
## 2 МЕТОД 1 – УГЛЕРОДНЫЙ БАЛАНС

2.1 Этот метод включает шесть этапов, которые должны использоваться для расчета концентраций отработавших газов с учетом характеристик топлива.

2.2 Приведенные в рамках метода 1 формулы действительны только в случае отсутствия в топливе кислорода.

2.3 Первый этап: расчет стехиометрической потребности в воздухе

2.3.1 Процесс полного сгорания:



$$STOJAR = (BET / 12,011 + ALF / (4 \cdot 1,00794) + GAM / 32,060) \cdot 31,9988 / 23,15 \quad (1-4)$$

2.4 Второй этап: расчет коэффициента избытка воздуха на основе полного сгорания и концентрации CO<sub>2</sub>

$$EAFCD0 = ((BET \cdot 10 \cdot 22,262 / (12,011 \cdot 1000)) / (CO2D / 100) + STOJAR \cdot 0,2315 / 1,42895 - BET \cdot 10 \cdot 22,262 / (12,011 \cdot 1000) - GAM \cdot 10 \cdot 21,891 / (32,060 \cdot 1000)) / (STOJAR \cdot (0,7685 / 1,2505 + 0,2315 / 1,42895)) \quad (1-5)$$

2.5 Третий этап: расчет отношения водорода к углероду

$$HTCRAT = ALF \cdot 12,011 / (1,00794 \cdot BET) \quad (1-6)$$

2.6 Четвертый этап: расчет концентрации углеводорода на сухой основе, исходя из процедуры ECE R49, с учетом характеристик топлива и отношения воздуха к топливу.

2.6.1 Пересчет концентрации с сухой основы на влажную производится по формуле:

$$конц_{\text{вл}} = конц_{\text{сух}} \cdot (1 - FFH \cdot (\text{расход топлива} / \text{расход сухого воздуха})) \quad (1-7)$$

$$FFH \cdot \frac{\text{Расход топлива}}{\text{Расход сухого воздуха}} = \frac{\text{Объем воды в процессе сгорания}}{\text{Полный объем влажных отработавших газов}} \quad (1-8)$$

Полный объем влажных отработавших газов = азот в воздухе для сгорания +  
 избыточный кислород +  
 аргон в воздухе для сгорания +  
 вода в воздухе для сгорания +  
 вода в процессе сгорания +  
 CO<sub>2</sub> в процессе сгорания +  
 SO<sub>2</sub> в процессе сгорания

(1-9)

$$FFH \cdot \frac{GFUEL}{GAIRD} = (10 \cdot ALF \cdot MVH2O / (2 \cdot 1,0079 \cdot 1000)) \cdot GFUEL / ((0,7551 / 1,2505 \cdot (GAIRD / (GFUEL \cdot STOIAR)) \cdot STOIAR + 0,2315 / 1,42895 \cdot ((GAIRD / (GFUEL \cdot STOIAR)) - 1) \cdot STOIAR + 0,0129 / 1,7840 \cdot (GAIRD / (GFUEL \cdot STOIAR)) \cdot STOIAR + 0,0005 / 1,9769 \cdot (GAIRD / (GFUEL \cdot STOIAR)) \cdot STOIAR + (ALF \cdot 10 \cdot MVCO2 / (2 \cdot 1,0079 \cdot 1000)) + (BET \cdot 10 \cdot MVCO2 / (12,011 \cdot 1000)) + (GAM \cdot 10 \cdot MVSO2 / (32,060 \cdot 1000))) \cdot GFUEL), \quad (1-10)$$

где:

$$\begin{aligned} MVH2O &= 22,401 \text{ дм}^3/\text{моль} \\ MVCO2 &= 22,262 \text{ дм}^3/\text{моль} \\ MVSO2 &= 21,891 \text{ дм}^3/\text{моль} \end{aligned}$$

2.6.2 Формула после преобразований:

$$FFH \cdot \frac{GFUEL}{GAIRD} = (0,111127 \cdot ALF) / (0,055583 \cdot ALF - 0,000109 \cdot BET - 0,000157 \cdot GAM + 0,773329 \cdot (GAIRD / GFUEL)) \quad (1-11)$$

и

$$FFH = (0,111127 \cdot ALF) / (0,773329 + (0,055583 \cdot ALF - 0,000109 \cdot BET - 0,000157 \cdot GAM) \cdot (GFUEL / GAIRD)) \quad (1-12)$$

2.6.3 Коэффициент избытка воздуха определяется как:

$$l_v = \text{расход воздуха} / (\text{расход топлива} \cdot \text{стехиометрическая потребность в воздухе}) \quad (1-13)$$

$$EAFCD0 = GAIRD / (GFUEL \cdot STOIAR) \quad (1-14)$$

$$GAIRD = EAFCD0 \cdot GFUEL \cdot STOIAR \quad (1-15)$$

$$\begin{aligned} CWET &= CDRY \cdot (1 - FFH \cdot GFUEL / GAIRD) \\ &= CDRY \cdot (1 - FFH \cdot GFUEL / (EAFCD0 \cdot GFUEL \cdot STOIAR)) \\ &= CDRY \cdot (1 - FFH / (EAFCD0 \cdot STOIAR)) \end{aligned} \quad (1-16)$$

$$\begin{aligned} CDRY &= CWET / (1 - FFH / (EAFCD0 \cdot STOIAR)) \\ &= CWET \cdot EAFCD0 \cdot STOIAR / (EAFCD0 \cdot STOIAR - FFH) \end{aligned} \quad (1-17)$$

$$HCD = HCW \cdot EAFCD0 \cdot STOIAR / (EAFCD0 \cdot STOIAR - FFH) \quad (1-18)$$



2.7 Пятый этап: расчет коэффициента избытка воздуха на основе процедур, указанных в разделе 40 свода федеральных постановлений США (40CFR86.345-79).

$$EXHCNP = (CO2D / 100) + (COD / 10^6) + (HCD / 10^6) \quad (1-19)$$

$$l_v = EAFEXH = (1 / EXHCNP - COD / (10^6 \cdot 2 \cdot EXHCNP) - HCD / (10^6 \cdot EXHCNP) + HTCRAT / 4 \cdot (1 - HCD / (10^6 \cdot EXHCNP)) - 0,75 \cdot HTCRAT / (3,5 / (COD / (10^6 \cdot EXHCNP)) + ((1 - 3,5) / (1 - HCD / (10^6 \cdot EXHCNP)))))) / (4,77 \cdot (1 + HTCRAT / 4)) \quad (1-20)$$

2.8 Шестой этап: расчет массового расхода отработавших газов

$$\text{Массовый расход отработавших газов} = \text{расход топлива} + \text{расход воздуха для сгорания} \quad (1-21)$$

(с коэффициентом избытка воздуха, определенным на этапе 4)

$$\text{Расход воздуха} = l_v \cdot \text{расход топлива} \cdot \text{стехиометрическая потребность в воздухе} \quad (1-22)$$

$$\text{Массовый расход отработавших газов} = \text{расход топлива} \cdot (1 + l_v \cdot \text{стехиометрическая потребность в воздухе}) \quad (1-23)$$

$$GEXHW = GFUEL \cdot (1 + EAFEXH \cdot STOIAI) \quad (1-24)$$

### 3 МЕТОД 2 – УНИВЕРСАЛЬНЫЙ, УГЛЕРОДНО-КИСЛОРОДНЫЙ БАЛАНС

#### 3.1 Введение

Описываемый метод представляет собой легкопонижаемое описание метода углеродно-кислородного баланса. Он может использоваться, когда расход топлива измерим и когда известны состав топлива и концентрации компонентов отработавших газов.

3.2 Расчет массового расхода отработавших газов на основе углеродного баланса

$$GEXHW = \frac{GFUEL \cdot BET \cdot EXHDENS \cdot 10^4}{AWC} \cdot \frac{1}{\left( \frac{CO2W \cdot 10^4}{MVCO2} + \frac{COW}{MVCO} + \frac{HCW}{MVHC} + \frac{CW}{AWC} \right)} \quad (2-1)$$

3.2.1 Упрощение с учетом полного сгорания:

$$GEXHW = \frac{GFUEL \cdot BET \cdot EXHDENS \cdot MVCO2}{AWC \cdot (CO2W - CO2AIR)} \quad (2-2)$$

3.3 Расчет массового расхода отработавших газов на основе кислородного баланса

$$GEXHW = GFUEL \cdot \left( \frac{\frac{Kosф1}{1000 \cdot EXHDENS} - 10 \cdot Kosф2-10 \cdot EPS}{10 \cdot TAU - \frac{Kosф1}{1000 \cdot EXHDENS}} \cdot 1 \right) \quad (2-3)$$

где:

$$\begin{aligned} \text{Косф.1} = 10^4 \cdot \frac{MWO2 \cdot O2W}{MVO2} - \frac{AWO}{MVC0} \cdot COW - \frac{AWO}{MVNO} \cdot NOW - \\ - \frac{2 \cdot AWO}{MVNO2} \cdot NO2W - \frac{3 \cdot AWO}{MVHC} \cdot HCW - \frac{2 \cdot AWO}{AWC} \cdot CW \end{aligned} \quad (2-4)$$

и

$$\text{Косф.2} = ALF \cdot \frac{AWO}{2 \cdot AWH} \cdot BET \cdot \frac{2 \cdot AWO}{AWC} \cdot GAM \cdot \frac{AWO}{AWS} \quad (2-5)$$

3.3.1 Упрощение с учетом полного сгорания:

$$\text{Косф.1}_{\text{упр.}} = 10^4 \cdot \frac{MWO2}{MVO2} \cdot O2W \quad (2-6)$$

3.4 Вывод кислородного баланса с учетом неполного сгорания

3.4.1 Кислород на входе, в г/ч, составляет:

$$GAIRW \cdot TAU \cdot 10 + GFUEL \cdot EPS \cdot 10 \quad (2-7)$$

3.4.2 Кислород на выходе, в г/ч, составляет:

$$\begin{aligned} GO2 = GCO2 \cdot \frac{2 \cdot AWO}{MWCO2} + GCO \cdot \frac{AWO}{MWCO} + GNO \cdot \frac{AWO}{MWNO} \\ + GNO2 \cdot \frac{2 \cdot AWO}{MWNO2} + GSO2 \cdot \frac{2 \cdot AWO}{MWSO2} + GH2O \cdot \frac{AWO}{MWH2O} \end{aligned} \quad (2-8)$$

На основе нижеследующих определений и формул отдельные компоненты газов рассчитываются в г/ч по отношению к влажным отработавшим газам (GC - сажа, в г/ч).

$$GO2 = \frac{MWO2 \cdot 10}{MVO2 \cdot EXHDENS} \cdot O2W \cdot GEXHW \quad (2-9)$$

$$GCO = \frac{MWCO}{MVC0 \cdot EXHDENS \cdot 1000} \cdot COW \cdot GEXHW \quad (2-10)$$

$$GNO = \frac{MWNO}{MVNO \cdot EXHDENS \cdot 1000} \cdot NOW \cdot GEXHW \quad (2-11)$$

$$GNO2 = \frac{MWNO2}{MVNO2 \cdot EXHDENS \cdot 1000} \cdot NO2W \cdot GEXHW \quad (2-12)$$

$$GCO2 = \frac{MWCO2}{AWC} \cdot GFUEL \cdot BET \cdot 10 - GCO \cdot \frac{MWCO2}{MWCO} - GHC \cdot \frac{MWCO2}{MWHC} - GC \cdot \frac{MWCO2}{AWC} \quad (2-13)$$

$$GH2O = \frac{MWH2O}{2 \cdot AWH} \cdot GFUEL \cdot ALF \cdot 10 - GHC \cdot \frac{MWH2O}{MWHC} \quad (2-14)$$

$$GSO_2 = \frac{MWSO_2}{AWS} \cdot GFUEL \cdot GAM \cdot 10 \quad (2-15)$$

$$GHC = \frac{MWHC}{MVHC \cdot EXHDENS \cdot 1000} \cdot HCW \cdot GEXHW \quad (2-16)$$

$$GC = \frac{1}{EXHDENS \cdot 1000} \cdot CW \cdot GEXHW \quad (2-17)$$

3.4.3 EXHDENS рассчитывается по формуле 2-42, указанной в 3.6 настоящего раздела.

$$GAIRW = TAU \cdot 10 + GFUEL \cdot EPS \cdot 10 =$$

$$= \frac{GEXHW}{10^3 \cdot EXHDENS} \cdot \left( \frac{MWO_2 \cdot O_2W \cdot 10^4}{MVO_2} \cdot \frac{AWO \cdot COW}{MVCO} \cdot \frac{AWO \cdot NOW}{MVNO} \cdot \frac{2 \cdot AWO \cdot NO_2W}{MVNO_2} \cdot \frac{3 \cdot AWO \cdot H_2CW}{MVHC} \cdot \frac{2 \cdot AWO \cdot CW}{AWC} \right) \cdot$$

$$\cdot 10 \cdot GFUEL \cdot \left( \frac{ALF \cdot AWO}{2 \cdot AWH} \cdot \frac{BET \cdot 2 \cdot AWO}{AWC} \cdot \frac{GAM \cdot AWO}{AWS} \right) \quad (2-18)$$

3.4.4 Выраженные в первых скобках - коэффициент 1, во вторых - коэффициент 2 (см. также формулы 2-4 и 2-5),

где:

$$GEXHW = GAIR + GFUEL \quad (2-19)$$

3.4.5 Массовый расход потребленного воздуха и отработавших газов можно рассчитать по следующим формулам:

$$GAIRW = GFUEL \cdot \left( \frac{\frac{Козф. 1}{1000 \cdot EXHDENS} \cdot 10 \cdot Козф. 2 \cdot 10 \cdot EPS}{TAU \cdot 10 - \frac{Козф. 1}{1000 \cdot EXHDENS}} \right) \quad (2-20)$$

и соответственно:

$$GEXHW = GFUEL \cdot \left( \frac{\frac{Козф. 1}{1000 \cdot EXHDENS} \cdot 10 \cdot Козф. 2 \cdot 10 \cdot EPS}{TAU \cdot 10 - \frac{Козф. 1}{1000 \cdot EXHDENS}} - 1 \right) \quad (2-21)$$

### 3.5 Вывод углеродного баланса с учетом неполного сгорания

3.5.1 Углерод на входе, в г/ч:

$$GFUEL \cdot BET \cdot 10 \quad (2-22)$$

3.5.2 Углерод на выходе, в г/ч:

$$GCO_2 = \frac{AWC}{MWC0_2} \cdot GCO + \frac{AWC}{MWC0} \cdot GHC + \frac{AWC}{MWHC} \cdot GC + \frac{AWC}{AWC} \quad (2-23)$$

3.5.3 На основе нижеследующих определений и формул отдельные компоненты газов рассчитываются в г/ч по отношению к влажным отработавшим газам (GC - сажа, в г/ч).

$$G_{CO2} = \frac{M_{WCO2} \cdot 10}{M_{VCO2} \cdot EXHDENS} \cdot CO2W \cdot GEXHW \quad (2-24)$$

$$G_{CO} = \frac{M_{WCO}}{M_{VCO} \cdot EXHDENS \cdot 1000} \cdot COW \cdot GEXHW \quad (2-25)$$

$$G_{HC} = \frac{M_{WHC}}{M_{VHC} \cdot EXHDENS \cdot 1000} \cdot HCW \cdot GEXHW \quad (2-26)$$

$$G_C = \frac{1}{EXHDENS} \cdot CW \cdot GEXHW \quad (2-27)$$

3.5.4 Для условия баланса:

Углерод на входе = углероду на выходе

$$GFUEL \cdot BET \cdot 10 = \frac{GEXHW \cdot AWC}{EXHDENS \cdot 1000} \cdot \left( \frac{CO2W}{M_{VCO2}} \cdot 10^4 + \frac{COW}{M_{VCO}} + \frac{HCW}{M_{VHC}} + \frac{CW}{AWC} \right) \quad (2-28)$$

3.5.5 Расчет массового расхода отработавших газов на основе углеродного баланса:

$$GEXHW = \frac{GFUEL \cdot BET \cdot EXHDENS \cdot 10^4}{AWC} \cdot \frac{1}{\left( \frac{CO2W \cdot 10^4}{M_{VCO2}} + \frac{COW}{M_{VCO}} + \frac{HCW}{M_{VHC}} + \frac{CW}{AWC} \right)} \quad (2-29)$$

3.6 Расчет объемных расходов компонентов отработавших газов и их плотности с учетом неполного сгорания

$$V_{CO} = COW \cdot 10^6 \cdot VEXHW \quad (2-30)$$

$$V_{NO} = NOW \cdot 10^6 \cdot VEXHW \quad (2-31)$$

$$V_{NO2} = NO2W \cdot 10^6 \cdot VEXHW \quad (2-32)$$

$$V_{HC} = HCW \cdot 10^6 \cdot VEXHW \quad (2-33)$$

$$V_{H2O} = \left( \frac{GAIRW \cdot N_{UE} \cdot MV_{H2O}}{M_{WH2O}} + \frac{GFUEL \cdot ALF \cdot MV_{H2O}}{2 \cdot AWH} \right) \cdot \frac{1}{100} - V_{HC} \quad (2-34)$$

$$V_{CO2} = \left( \frac{GAIRW \cdot CO2AIR}{1,293} + GFUEL \cdot BET \cdot \frac{M_{VCO2}}{AWC} \right) \cdot \frac{1}{100} - V_{CO} - V_{HC} \quad (2-35)$$

где  $CO2AIR$  – концентрация  $CO_2$  в воздухе для сгорания (% по объему).

$$TAU2 = \frac{GFUEL}{GAIRW} \cdot \left( ALF \cdot \frac{AWO}{2 \cdot AWH} + BET \cdot \frac{2 \cdot AWO}{AWC} + GAM \cdot \frac{2 \cdot AWO}{AWS} - 1 \right) \quad (2-36)$$

$$VO_2 = \frac{GAIRW \cdot (TAU - TAU_2)}{100} \cdot \frac{MVO_2}{MWO_2} - (1/2) \cdot (VHC \cdot VCO) - (1/2) \cdot (VNO - VNO_2) - \frac{CW \cdot GEXHW}{EXHDENS} - \frac{2 \cdot AWO \cdot MVO_2}{AWC \cdot MWO_2} \quad (2-37)$$

$$VN_2 = \frac{GAIRW \cdot ETA \cdot \frac{MVN_2}{MWN_2} \cdot GFUEL \cdot DEL \cdot \frac{MVN_2}{MWN_2}}{100} - (V_2) \cdot VNO - (1/2) \cdot VNO_2 \quad (2-38)$$

$$VSO_2 = \frac{GFUEL \cdot GAM \cdot \frac{MVS_2}{AWS}}{100} \quad (2-39)$$

$$VEXHW = VH_2O + VCO_2 + VO_2 + VN_2 + VSO_2 + VCO + VNO + VNO_2 + VHC \quad (2-40)$$

$$VEXHD = VEXHW - VH_2O \quad (2-41)$$

$$EXHDENS = GEXHW / VEXHW \quad (2-42)$$

$$KEXH = VEXHD / VEXHW \quad (2-43)$$

### 3.7 Программа расчета массового расхода отработавших газов

3.7.1 Результаты обоих стехиометрических расчетов для углерода и кислорода дают общий состав и массовый расход отработавших газов, включая содержание воды.

3.7.2 Формулы в программе основаны главным образом на влажных отработавших газах.

3.7.3 Если измеряются концентрации сухих газов ( $O_2$  и  $CO_2$ ), то должен использоваться поправочный коэффициент  $KWEXH (= K_{w,r})$  для пересчета с сухой на влажную основу.

3.7.4 Программа рассчитывает массовый расход отработавших газов по известному  $KWEXH$  и рассчитывает  $KWEXH$  по известному расходу отработавших газов. Когда обе величины не известны, в программу вводится предварительное значение  $KWEXH (= K_{w,r})$  и выполняется итерационное вычисление, пока оба значения не совпадут и не перестанут изменяться.

3.7.5 Если формула массового баланса используется без программы, то должен применяться следующий поправочный коэффициент для пересчета с сухой на влажную основу:

$$K_{w,r} = \left( \frac{100}{\frac{ALF \cdot MVH_2O \cdot AWC \cdot (CO_2D)}{BET \cdot MVCO_2 \cdot 2 \cdot AWH} \cdot NUE \cdot 1,608 \cdot 100} \right) \quad (2-44)$$

3.7.6 Та же формула в другом готовом виде:

$$K_{w,r} = \left( \frac{100}{\frac{ALF \cdot 5,995 \cdot (CO_2D)}{BET} \cdot NUE \cdot 1,608 \cdot 100} \right) \quad (2-44a)$$

3.7.7 Возможны различные варианты основной формулы с поправочным коэффициентом  $KWEXH = K_{w,r}$  для пересчета с сухой на влажную основу.

3.7.8 Формулы 2-44 и 2-44а, а также формула 12 из 5.12.2.3 настоящего Кодекса не являются абсолютно точными, поскольку не учитывают поправку на воду от сгорания и воду во всасываемом воздухе.

3.7.9 Точная формула следующая:

$$K_{w,r} = \frac{GFUEL \cdot GAIRD \cdot \frac{GFUEL \cdot ALF \cdot MWH2O}{200 \cdot AWH} \cdot \frac{RhoEXH \text{ DAC}}{Rho \text{ H2O}}}{GFUEL \cdot GAIRD \cdot \frac{Ha \cdot GAIRD}{1000} \cdot \frac{RhoEXH \text{ DAC}}{Rho \text{ H2O}}}, \quad (2-45)$$

где:

RhoEXH DAC - плотность отработавших газов при сгорании с сухим воздухом (кг/ндм<sup>3</sup>)  
 Rho H2O - плотность водяных паров (кг/ндм<sup>3</sup>) (MW H<sub>2</sub>O / MV H<sub>2</sub>O)

3.7.10 Сравнение формулы 12 из 5.12.2.3 настоящего Кодекса с формулой 2-45 показывает очень малую разницу коэффициентов K<sub>w,r</sub>, как видно из следующих примеров:

Влажность г/кг	Отклонения K <sub>w,r</sub> (в сравнении с 2-45) %
10,0	0,2
25,0	0,5

3.7.11 Формула 2-45 не совсем практична, поскольку во многих случаях RhoEXH DAC неизвестна, а коэффициент состава топлива F<sub>гн</sub> исключен. Следовательно, должны использоваться более практичные формулы 9, 10, 12 и 13 из 5.12.2.1-5.12.3.5 настоящего Кодекса; результирующей погрешностью < 0,2% (в большинстве случаев) можно пренебречь.

3.8 Расчет коэффициентов состава топлива FFD и FFW для расчета расхода отработавших газов

$$FFD = \frac{(VEXHD - VAIRD)}{GFUEL} \quad (2-46)$$

$$FFW = \frac{(VEXHW - VAIRW)}{GFUEL} \quad (2-47)$$

3.8.1 Посредством следующих формул:

$$VEXHW = VH2O + VCO2 + VO2 + VN2 + VSO2 \quad (2-48)$$

$$VEXHD = VCO2 + VO2 + VN2 + VSO2 \quad (2-49)$$

и в соответствии с формулами 2-34, 2-35, 2-37, 2-38 и 2-39 коэффициенты могут быть определены по формулам 2-50 и 2-52 соответственно:

$$FFW = (ALF/100) \cdot \left( \frac{MVH2O}{2 \cdot AWH} - \frac{MVO2}{4 \cdot AWH} \right) \cdot (BET/100) \cdot \left( \frac{MVCO2}{AWC} - \frac{MVO2}{AWC} \right) \cdot \\ - (GAM/100) \cdot \left( \frac{MVS02}{AWS} - \frac{MVO2}{AWS} \right) \cdot (DEL/100) \cdot \left( \frac{MVN2}{MWN2} \right) \cdot (EPS/100) \cdot \left( \frac{MVO2}{MWO2} \right) \quad (2-50)$$

3.8.2 Та же формула с числовыми значениями:

$$FFW = 0,05557 \cdot ALF - 0,00011 \cdot BET - 0,00017 \cdot GAM - 0,0080055 \cdot DEL - 0,006998 \cdot EPS \quad (2-51)$$

3.8.3 Формула для FFD весьма схожа; единственное отличие - в коэффициенте ALF относительно воды:

$$FFD = -(ALF/100) \cdot \left( \frac{MVO2}{4 \cdot AWH} \right) \cdot (BET/100) \cdot \left( \frac{MVC02}{AWC} - \frac{MVO2}{AWC} \right) - (GAM/100) \cdot \left( \frac{MVS02}{AWS} - \frac{MVO2}{AWS} \right) - (DEL/100) \cdot \left( \frac{MVN2}{MWN2} \right) \cdot (EPS/100) \cdot \left( \frac{MVO2}{MWO2} \right) \quad (2-52)$$

3.8.4 Та же формула с числовыми значениями:

$$FFD = -0,05564 \cdot ALF - 0,00011 \cdot BET - 0,00017 \cdot GAM - 0,0080055 \cdot DEL - 0,006998 \cdot EPS \quad (2-53)$$

3.9 Вывод коэффициента состава топлива  $F_{FH}$

3.9.1 Используется для пересчета концентрации с сухой основы на влажную в соответствии с 5.12.2 настоящего Кодекса.

$$конц.(вл.) = K_{w,t} \cdot конц.(сух) \quad (2-54)$$

Примечание. В нижеследующем выводе символы первоначально указанных переменных величин отличаются от символов, приведенных в сокращениях, вследствие обозначений переменных величин в упомянутой программе, например,  $K_{w,t} = K_{wEXH} = KWEXH$ .

3.9.2 Вывод FFD учитывает сухой всасываемый воздух, поскольку в формуле 2-17 вода во всасываемом воздухе рассматривается отдельно.

$$KWEXH = \left( 1 - FFH \cdot \frac{GFUEL}{GAIR} \right) \quad (2-55)$$

и где

$$конц.(вл.) \cdot VEXHW = конц.(сух.) \cdot VEXHD \quad (2-56)$$

(Баланс объемов)

$$KWEXH = \frac{VEXHD}{VEXHW} = \frac{VEXHW - VH2O}{VEXHW} = 1 - \frac{VH2O}{VEXHW} = 1 - \frac{\frac{GH2O}{1000} \cdot EXHDENS}{\frac{MWH2O}{MVH2O} \cdot GEXHW} \quad (2-57)$$

и где

$$GH2O = \frac{MWH2O}{2 \cdot AWH} \cdot GFUEL \cdot ALF \cdot 10 \quad (2-58)$$

и:

$$GEXHW = GAIRW + GFUEL \quad (2-59)$$

$$KEXHW = 1 - \frac{GFUEL \cdot ALF \cdot EXHDENS \cdot MVH2O}{200 \cdot AWH \cdot (GAIRW - GFUEL)}$$
$$= 1 - \frac{GFUEL \cdot ALF \cdot EXHDENS \cdot MVH2O}{GAIRW \cdot 200 \cdot AWH \cdot \left(1 - \frac{GFUEL}{GAIRW}\right)} \quad (2-60)$$

$$F_{PH} - FFH = \frac{ALF \cdot EXHDENS \cdot MVH2O}{200 \cdot AWH \cdot \left(1 - \frac{GFUEL}{GAIRW}\right)} \quad (2-61)$$

3.9.3 Эта универсальная формула, применяемая для всех топлив (при известной плотности отработавших газов), может быть упрощена применительно к дизельным топливам следующим образом:

$$F_{PH} = ALF \cdot 0,1448 \cdot \frac{1}{1 - \frac{GFUEL}{GAIRW}} \quad (2-62)$$



## ДОБАВЛЕНИЕ 7

### ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ПРОВЕРОК ДЛЯ МЕТОДА СВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ (См. 6.2.3.5 Технического кодекса по NO<sub>x</sub>)

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 изготовителя 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 наддувочного воздуха, пиковое давление сгорания, температура наддувочного воздуха, температура отработавших газов при сопоставлении с графиками, показывающими корреляции с NO<sub>x</sub>. 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 NO<sub>x</sub> от угла опережения, построенные по результатам измерений NO<sub>x</sub> 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  $NO_x$
- 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 турбокомпрессора"
  - .1 модель и спецификация (идентификационные номера)
  - .2 зависимое от нагрузки давление наддувочного воздуха, графическая корреляция с  $NO_x$
- .9 параметр "охладитель наддувочного воздуха, предварительный нагреватель наддувочного воздуха"
  - .1 модель и спецификация
  - .2 зависимая от нагрузки температура наддувочного воздуха, приведенная к расчетным условиям, графическая корреляция с  $NO_x$
- .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  $NO_x$ )
  - .1 зависимый от нагрузки расход воды (мониторинг)
- .12 параметр "эмульгированное топливо" (для оценки: график влияния на  $NO_x$ )
  - .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  $\text{NO}_x$ )

- .1 зависимый от нагрузки массовый расход рециркулированных отработавших газов (мониторинг)
- .2 концентрация  $\text{CO}_2$  в смеси свежего воздуха и рециркулированных отработавших газов, т.е. в "продувочном воздухе" (мониторинг)
- .3 концентрация  $\text{O}_2$  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  $\text{NO}_x$  после СКО (для оценки: график влияния на  $\text{NO}_x$ )

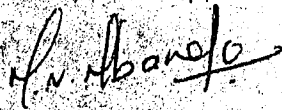
2 Для двигателей с селективной каталитической очисткой (СКО), не регулируемой по обратной связи, полезны факультативные измерения  $\text{NO}_x$  (периодические выборочные проверки или мониторинг) для демонстрации того, что эффективность СКО по-прежнему соответствует состоянию во время сертификации, независимо от окружающих условий или качества топлива, которые могут приводить к различным выбросам неочищенных отработавших газов.

此件系 1997 年 9 月 26 日订于伦敦的《经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约》当事国会议最后议定书及附录 2(决议 1 至 8)的校正无误副本；其正本由国际海事组织秘书长保存。

ЗАВЕРЕННАЯ КОПИЯ Заключительного акта, включая Приложение 2 (резолюции 1-8), Конференции Сторон Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней, принятого в Лондоне 26 сентября 1997 года, подлинник которого сдан на хранение Генеральному секретарю Международной морской организации.

国际海事组织代表:

За Генерального секретаря Международной морской организации:



伦敦,

Лондон,

13-X-1998