экологические требования к судовым дизелям.

Начиная с 80-х годов прошлого века были развернуты на­учно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию «экологически чистых» двигателей. Эти исследования были обусловлены разработкой и внедрением национальных нормативов по ограничению выбросов от ДВС различного на­значения. Применительно к морской сфере в дополнение к дей­ствующей Конвенции МАРПОЛ 73/78 Международная морская организация (ИМО) в 1997 г. приняла Приложение VI, в кото­ром предусматривается ограничение эмиссии вредных компо­нентов NOx, SOx в выпускных газах главных и вспомогательных судовых дизелей. Одновременно ИМО принят Технический Ко­декс по выбросам оксидов азота от судовых дизелей. В соответ­ствии с Правилом 13 Приложения VI все суда валовой вмести­мостью 400 т и более, построенные после 1 января 2000 г. долж­ны пройти освидетельствование и получить Международное Свидетельство по предотвращению загрязнения атмосферы (IAPP - International Air Pollution Prevention Certificate) сроком на пять лет. Дополнительно каждый судовой дизель мощностью 130 кВт и более должен пройти освидетельствование в соответ­ствии с Техническим Кодексом и получить Международное Свидетельство двигателя по предотвращению загрязнения атмосферы (EIAPP - Engine International Air Pollution Preven­tion Certificate), которое относится к выбросам оксидов азота и выдается также сроком на пять лет. По истечении срока дейст­вия упомянутых документов предусматривается освидетельст­вование на судне и продление соответствующих документов на следующие пять лет.

06.02.2002 г. Правительство РФ приняло постановление №83 «О проведении регулярных проверок транспортных и иных передвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воз­дух». В соответствии с п.1 этого постановления регулярные проверки морских судов, судов внутреннего плавания, судов смешанного (река-море) плавания должны проводиться, начиная с 2004 г. в соответствии с техническими нормативами.

Нормирование выброса экологически вредных компонентов ОГ.

Для проверки соответствия судовых дизелей пределам вы­бросов **NOx** в соответствии с правилом 13 Приложения VI долж­ны применяться следующие испытательные циклы и весовые факторы с использованием метода испытаний и метода расчетов, установленных в Техническом кодексе по NOx (стандартные ис­пытательные циклы регламентированы международным стандар­том ISO 8178-4). Перечень стандартных циклов и значения эф­фективной мощности, номинальной частоты вращения и весовых коэффициентов приведены ниже.

Для главных судовых двигателей, работающих с постоянной частотой, должен применяться испытательный цикл Е2 (т. е. при электродвижении или работе на ВРШ).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Испыта­тельный цикл типа Е2 | п | 100% | 100% | 100% | 100% |
|  | Ne | 100% | 75% | 50% | 25% |
|  | Весовой коэффициент | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,15 |

Для малооборотных главных и вспомогательных двигателей, работающих по винтовой характеристике, (т. е. на ВФШ или на привод насосов) должен применяться испытательный цикл Е3.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Испыта­тельный цикл типа Е3 | п | 100% | 91% | 80% | 63% |
|  | Ne | 100% | 75% | 50% | 25% |
|  | Весовой коэффициент | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,15 |

Для вспомогательных двигателей с постоянной частотой вращения должен применяться испытательный цикл D2.

Графическое изображение стандартных испытательных цик­лов приведено на рисунке 14.1. В соответствии с алгоритмом, из­ложенным в Техническом Кодексе, на каждом из режимов опре­деляется удельный выброс компонента ОГ, затем его значение умножается на соответствующий весовой коэффициент. Удельный средневзвешенный выброс - epNOx- определяется суммированием произведений по всем режимам испытательного цикла. Для глав­ных судовых дизелей (циклы Е2 и Е3) наибольший весовой коэф­фициент соответствует 75% мощности, которая соответствует среднеэксплуатационной длительной мощности полного хода суд­на. Для вспомогательных дизелей наиболее характерными экс­плуатационными режимами являются 2, 3 и 4, поэтому им в стандартном цикле D2 приданы большие весовые коэффициенты.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Испыта­тельный цикл типа D2 | п | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
|  |  | 100% | 75% | 50% | 25% | 10% |
|  | Весовой коэффициент | 0,05 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,1 |

Ограничения на эмиссию оксидов азота, сформулирован­ные в п. 3 правила 13 Приложения VI МК МАРПОЛ 73/78 со­стоят в следующем. Удельный средневзвешенный выброс дол­жен находиться в пределах:

17,0 г/(кВт-ч) - при п менее 130 об/мин;

45 п-0,2 г/(кВт-ч) - при п равном или более 130, но не ме­нее 2000 об/мин;

9,8 г/(кВт-ч) - при п равном или более 2000 об/мин,

где п - номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Графически указанные нормы иллюстрируются рисун­ком 14.2.

Зависимость между частотой вращения двигателя и допус­тимой величиной eNox, объясняется, в основном, сокращением продолжительности (при возрастании п) высокотемпературной стадии горения топлива, иными словами - времени, благоприят­ного для образования NOx.

Ограничение выброса оксидов серы регламентируется Правилом 14 Приложения VI:

Содержание серы в любом жидком топливе, используемом на судне, не должно превышать 0,5% по массе.

При нахождении судов в пределах Районов Контроля Вы­бросов SOx должно выполняться хотя бы одно из условий:

- содержание серы в топливе не должно превышать 0,1% по массе;

- применяется система очистки ОГ, обеспечивающая уменьшение суммарных выбросов *SOx* всеми элементами СЭУ до 6,0 г/(кВтч) и менее.

Указанные ограничения в пределах Районов Контроля Выбросов *SOx* вступили в юридическую силу в мае 2006 г. С ноября 2007 г. они были распространены на районы Северного моря, датские проливы и Ла-Манш.

В Российской Федерации в 2000 г. были введены национальные стандарты по ограничению вредных выбросов с ОГ дизелей различно­го назначения (см. табл. 14.1). Здесь же для сравнения приведены нор­мативы ИМО и США

*Таблица 14.1*

Нормы вредных выбросов для судовых дизелей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Страна, стандарт, год введения | Норми­руемый параметр | Значение нормы в г/(кВтч) | Классификационный признак, испытательная процедура |
| Россия, | *NOx* | 9,8-17 | 4-ступенчатые |
| ГОСТ Р 51249, | *СО* | 3,0 | циклы (IS08178-4) |
| 2000 | *СН* | 1,0 | *еNOx =f(п)* |
| Стандарт ИМО | *NOx* | 9,8-17 | 4-ступенчатые |
| Techn. Code-Nox | *СО* | - | циклы (IS08178-4) |
| МЕРС 39/1,2000 | *СН* | - | *еNOx =f(п)* (см. рис. 14.1) |
| США ЕРА | *NOx* | 11,4 | 4-ступенчатые циклы |
| Marine St., 1998 | *СО* | 6,2 |  |
|  | *СН* | 1,3 |  |
|  | *С* | 0,54 |  |

В соответствии с российским стандартом ГОСТ Р. 51249 для судо­вых дизелей по *NOx* приняты те же нормативы, что и в Приложении VI, но дополнительно нормируются выбросы окиси углерода *(СО* не более 3,0 г/кВтч) и углеводородов *(СН* не более 1,0 г/кВтч). Национальный стандарт, в отличие от международных документов, не нормирует вы­брос оксидов серы, что оправдано только для дизелей, работающих на дизельных топливах.

**Ужесточение международных нормативов по вредным вы­бросам.** Комитет ИМО по предотвращению загрязнения морской сре­ды (МЕРС) в 2008 г. утвердил следующую программу снижения норм выбросов.

Новые нормативы по выбросам *NOx:*

1. Распространить с 1.07.2010 г. нормы выброса Tier-I также на старые суда1.
2. Этап (Tier-II). Для новых судов с 1.07.2010 уменьшить допусти­мый средневзвешенный выброс на 15% (до 14,4 г/(кВтч) для МОД и пропорционально для остальных дизелей).

1Для главных судовых дизелей, построенных в период 1.01.1990-1.01.2000 г., имеющих *Ne* более 5000 кВт и *Vh* более 90 л.

3. Этап (Tier-III). Для судов постройки с 1.01.2016 г.1 довести до­пустимый выброс МОД до 3,4 г/(кВтч). Указанные нормы будут дейст­вовать только в зонах контроля выбросов *NOx (NOx Emission Control Erea -* NECA). Вне установленных зон NECA будут действовать нор­мы по Tier-II.

ИМО планирует включить на первом этапе действия Tier-III в зону NECA Балтийское море, что потребует от судоходных компаний при­нятия мер по обеспечению новых требований.

Рисунок 14.2 иллюстрирует новые нормативы по выбросу *NOх* здесь же приведены значения среднего удельного выброса *NOx* для нескольких типов судовых дизелей, имеющих сертификаты EIAPP.

Этапы снижения содержания серы в топливе.

В неконтролируемых зонах: 1 - до 3,5% (с 1.07.2012 г.);

 2-до 0,5% (с 2020 г.)1.

В зонах контроля выбросов *SOx:* 2-до 0,1% (с 2015 г.)1.

Литература

Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с. Стр. 362-366