

# Отчет о проверке на заимствования №1



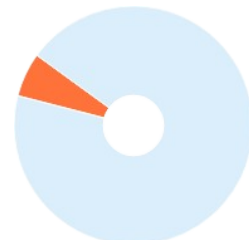
**Автор:** Косяченко Оксана Викторовна [kosyachenko@msun.ru](mailto:kosyachenko@msun.ru) / ID: 376  
**Проверяющий:** Косяченко Оксана Викторовна ([kosyachenko@msun.ru](mailto:kosyachenko@msun.ru) / ID: 376)  
**Организация:** Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельск  
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://msun.antiplagiat.ru>

## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 176  
 Начало загрузки: 08.11.2019 04:45:06  
 Длительность загрузки: 00:00:02  
 Корректировка от 08.11.2019 04:55:57  
 Имя исходного файла: Воробьев.  
 Ограничение вредных выбросов  
 Размер текста: 75 кб  
 Тип документа: Статья  
 Символов в тексте: 10176  
 Слов в тексте: 1316  
 Число предложений: 110

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)  
 Начало проверки: 08.11.2019 04:45:08  
 Длительность проверки: 00:00:28  
 Комментарии: [Автосохраненная версия]  
 Модули поиска: Сводная коллекция ЭБС, Коллекция РГБ, Цитирование, Коллекция eLIBRARY.RU, Модуль поиска Интернет, Модуль поиска "msun", Кольцо вузов



ЗАИМСТВОВАНИЯ	ЦИТИРОВАНИЯ	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ
6,09%	0%	93,91%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.  
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.  
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.  
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.  
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.  
 Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.  
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	5,17%	5,17%	ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОГР.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	11 Июн 2019	Коллекция eLIBRARY.RU	526	7
[02]	0,92%	0,92%	АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СНИЖЕНИЯ З...	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	25 Дек 2016	Коллекция eLIBRARY.RU	94	1
[03]	0%	0,92%	26.05.05_Филатов В._17	не указано	14 Ноя 2018	Кольцо вузов	0	1
[04]	0%	0,82%	ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРА...	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	раньше 2011	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[05]	0%	0,82%	26.05.05_Арангулов А.С._17	не указано	09 Июн 2017	Кольцо вузов	0	1

## Текст документа

УДК 621.436

ОГРАНИЧЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ИЗ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ В  
 АТМОСФЕРУ С ЯНВАРЯ 2020

LIMITATION OF HARMFUL EMISSIONS FROM MARINE  
 DIESELS INTO THE ATMOSPHERE FROM JANUARY 2020

Воробьев Борис Николаевич

доцент кафедры судовых двигателей внутреннего сгорания  
 Морского государственного университета имени Г.И. Невельского

Vorobjev Boris Nikolaevich

Associate Professor, Department of marine internal combustion engines  
 of the Nevelskoy Maritime State University

e-mail: vorobjev@msun.ru

Аннотация

В статье представлены требования международной организации ИМО к судовым  
 дизелям по ограничению вредных выбросов в атмосферу. Показана необходимость  
 перехода судовых дизельных двигателей на низкосернистые топлива с января 2020 года.  
 Приведены зоны и даты введения ограничений по выбросам в атмосферу окислов азота  
 и окислов серы. Приведены пути снижения вредных выбросов в атмосферу из судовых

дизелей.

Abstract

The article presents the requirements of the international organization IMO to marine diesel engines to limit harmful emissions into the atmosphere. The necessity of transition of marine diesel engines to low-sulfur fuels from January 2020 is shown. The zones and dates of restrictions on emissions of nitrogen oxides and sulfur oxides into the atmosphere are given.

The ways of reducing harmful emissions into the atmosphere from marine diesels are given.

Ключевые слова: вредные выбросы, судовые дизели, оксиды азота, содержание серы в топливе, нормы выброса, районы ограничений по выбросам, скрубберы, низкосернистое топливо, двухтопливные дизели.

Keywords: harmful emissions, marine diesels, nitrogen oxides, sulfur content in fuel, emission standards, emission restriction areas, scrubbers, low-sulfur fuel, dual-fuel diesels.

В экономическом развитии общества важное значение имеет морской транспорт, который перевозит 90 % товаров при этом использует углеводородное топливо и оказывает значительную нагрузку на экологию.

Поэтому международная общественность принимает меры по снижению отрицательного вредных выбросов на природу. Большое число судовых дизелей увеличивает токсические выбросы в атмосферу с выпускными

газами.

Загрязнение воздушного бассейна вредными твердыми и газообразными веществами происходит в районах интенсивного судоходства (порты, проливы и т.д.). По данным многих исследований вредные выбросы с морских судов в атмосферу незначительны – до 3,5 %, но при концентрации движения появляются зоны в которых содержание в воздушной среде оксида углерода, оксидов азота, оксидов серы превышает допустимые [2] нормативные пределы.

В дизельных и котельных судовых установках при сгорании углеводородного топлива выделяется оксиды углерода (CO и CO<sub>2</sub>), оксиды азота (NO<sub>x</sub>), углеводороды (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), оксиды серы (SO<sub>x</sub>), сажа. Судовые энергетические установки в атмосферный воздух выбрасывают выпускные газы главных и вспомогательных двигателей, токсичность которых определяется сортом топлива и условиями протекания рабочего процесса. Использование тяжелых топлив увеличивает загрязнение окружающей среды выбросами SO<sub>x</sub> в атмосферу, с другой стороны применение их более экономично.

Токсичность выпускных газов дизелей определяется значительным содержанием в них NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, сажи и углеводородов.

При сгорании топлива образуются продукты неполного сгорания топлива – это CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> и сажа. Образуются так же весьма токсичные компоненты - NO<sub>x</sub> и SO<sub>x</sub>.

В связи с требованием международной общественности дизелестроительные фирмы ведут поиск способов снижения вредных выбросов с отработавшими газами. Судовые энергетические установки оснащаются специальными устройствами для снижения загрязнения атмосферы. Токсичные компоненты выпускных газов нарушают равновесия в экосистемах. Это отрицательно влияет на природу и здоровье людей.

С начала 2016 г. введены нормы выброса NO<sub>x</sub> для двигателей судов по стандарту ИМО Tier III в зонах контроля (NECA-северное побережье Америки и Карибский бассейн). С начала 2021 г. Такие нормы обязательны для Балтийского и Северного морей с проливами [1].

Таблица

1

Ограничения по выбросам NO<sub>x</sub>

Tier Дата

вступления

в силу

Ограничения NOx (г/кВт\*ч)

$n < 130$   $130 \leq n < 2000$   $n \geq 2000$

Tier I 2000 17.0 45 · n-0.2 9.8

Tier II 2011 14.4 44 · n-0.23 7.7

Tier III 2016 3.4 9 · n-0.2 1.96

С 1 января 2020 г. будут действовать новые нормы по ограничению содержания серы в используемом на судах топливе, которые будут требовать соответствия во всех международных водах и затронут интересы всех судов.

Таблица 2

Ограничения по содержанию серы в топливе

год введения Ограничение серы в топливе (%)

SOx ECA За пределами особых зон

2000 1,5 % 4,5 %

2010 1 %

2012 3,5 %

2015 0,10 %

2020 0,50 %

Транспортные суда являются основными потребителями тяжелых сернистых топлив — High-Sulphur Fuel Oil (HSFO), для ограничения выбросов SOx IMO в 2015 г. были введены зоны контроля — Sulphur Emission Control Areas (SECA). Это побережье северной Америки, пролив ЛаМанш, Северное море, Балтийское море – 0,10 % S и побережье Китая – 0,50 % S.

Многими международными организациями были выполнены исследования по применению малосернистого мазута и IMO приняло решение об ограничении содержания серы в топливе 0,50 % для всех районов плавания, которое вступит в силу с начала 2020 г. Такое решение это дополнение к нормам в 0,10 % серы в североамериканских и американских районах Карибского бассейна, Северного и Балтийского морей. Где судовые энергетические установки оборудованы системами очистки выпускных газов от SOx можно использовать сернистое топливо.

Разрешением для управления содержанием серы в топливе стало «Соглашение о запрете перевозки HSFO в топливной системе», кроме судов, со скрубберами. Для этих судов можно перевозить сернистое топливо в качестве груза, но запрещается иметь его в резервуарах топливных систем, если нет скрубберов. Это Соглашение позволяет контролировать суда, использующие сернистое топливо, при выполнении государственного контроля порта. Эти мероприятия снизят нарушения требований норм экологического законодательства.

Страны Европы установили норму содержания серы в топливе до 0,10 % в портах союза. В портах ЕС ограничивается слив воды из скрубберов. Германия и Бельгия запретили сброс воды из скрубберов в своих водах. Работа скрубберов с открытым циклом в Европе запрещена. В европейских странах не существует одного мнения по скрубберам. Поэтому некоторые судоходные компании отказываются от концепции снижения выбросов SOx в атмосферу с помощью скрубберов.

Страны Азии, например, Гонконг в настоящее время действует ограничение на содержание серы в 0,50 % для судов у причала. В конце 2015 г. Китай заявил о внутренних требований SECA в районах за пределами Гонконга, Гуанчжоу, Шанхая и в Бохайском море. Китай проводит поэтапный подход, с самого начала уменьшая содержание серы в

0,50 % в топливе, сжигаемом в портах в этих районах. После 2019 г. нормы по содержанию серы уменьшатся с 0,50 до 0,10 %.

Значительные ограничения введены Калифорнийским советом по воздушным ресурсам (Air Resources Board — ARB [1]), установлена норма использования топлива с содержанием серы в 0,10 % в пределах 24 морских миль от побережья Калифорнии [1]. Это решение приводит к использованию только малосернистых топлив (DMA или DMB).

Таким образом существует общая мировая тенденция к ужесточению региональных правил по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха. Кроме рассмотренных зон контроля, ужесточение норм выбросов SOx происходит в таких регионах, как Панамский канал, Тайбэй (Тайвань) и других местах по всему миру [1].

Судостроительные и дизелестроительные фирмы озадачены выполнением требований ИМО по ограничению выбросов NOx и SOx. Поэтому важное значение имеет внедрение известных и разработка новых методов снижения вредных выбросов в атмосферу. Многие судовладельцы заказывают суда с дизелями на газомоторном топливе, что позволит решить проблемы с загрязнением атмосферы окислами азота и серы.

Проведенные расчеты рабочего процесса дизеля и оценка вредных выбросов судового двигателя внутреннего сгорания на примере двухтопливного двигателя (марки 7RT-X62DF фирмы Winterthur Gas & Diesel (WinGD))[4]. В качестве основного топлива используется сжиженный природный газ, а в качестве запального - дизельное топливо. По результатам расчетов и экспериментальных данных получено значительное снижение выбросов в атмосферу до установленных нормативов.

Расчёт рабочего процесса произведён в два этапа по методу численного моделирования [5, 6, 7]. Первый этап - это расчет рабочего процесса и вредных выбросов при работе двигателя на дизельном топливе. Выброс NOx составил на номинальном режиме 7.8 г/кВт\*ч. Второй этап - расчет рабочего процесса и вредных выбросов при работе двигателя на газовом топливе. Выброс NOx составил 3.8 г/ кВт\*ч. Данные расчетов согласуются с результатами экспериментов приведенных в [2, 3].

Список источников и литературы:

1. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78). — СПб.: АО «ЦНИИМФ», 2017. - Кн. III. - 412 с.
2. Marcel Ott. X-DF low-pressure dual-fuel engine technology. WinGD low speed engines. Licensees Conference 2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.wingd.com/en/media/papers/?page=2>.
3. Marcel Ott, Ingemar Nylund, Roland Alder, Takayuki Hirose, Yoshiyuki Umemoto Takeshi Yamada. The 2-stroke Low-Pressure Dual-Fuel Technology: From Concept to Reality. 2016 (Электронный ресурс). — Режим доступа: <https://www.wingd.com/en/media/papers/the-two-stroke-low-pressure-df-technology-from-concept-to-reality-cimac/>
4. Stefan Gros. Marine emission legislation./ Wartsila Diesel Group. Marine News. - No 1. - 1994. — P. 37-43.
5. Галышев Ю.В. Рабочие процессы и токсичность отработавших газов судовых дизельных и газопоршневых двигателей: учебное пособие/А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев. - Изд. второе перераб. и доп.- СПб.: СПбПУ, 2019. — 355 с.
6. Соболенко А.Н., Воробьев Б.Н. Проблемы внедрения газомоторного топлива в судовых дизелях. Научные труды Дальрыбвтуза, No 1 (т. 44), – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018 г. с. 73-78.
7. Соболенко А.Н., Самсонов А.И. Расчёт теплоёмкости заряда сжатия в цилиндре двигателя работающего на газомоторном топливе.// Санкт-

