ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 8178-5— 2017

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ

Измерение выброса продуктов сгорания

Часть 5

Топливо для испытаний

(ISO 8178-5:2015, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский дизельный институт» (ООО «ЦНИДИ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 235 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2017 г. № 1708-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 8178-5:2015 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 5. Топливо для испытаний» (ISO 8178-5:2015 «Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 5: Test fuels», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие национальные и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 8178-5—2009

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Обозначения и сокращения . . . 2
5 Выбор топлива . . . 3
5.1 Общие положения . . . 3
5.2 Влияние свойств топлива на выбросы двигателей с самовоспламенением от сжатия . . . 3
5.2.1 Содержание серы в топливе . . . 4
5.2.2 Специфика судовых топлив . . . 5
5.2.3 Другие свойства топлива . . . 5
5.3 Влияние свойств топлива на выбросы двигателей с искровым зажиганием . . . 6
6 Существующие топлива . . . 7
6.1 Природный газ . . . 7
6.1.1 Эталонный природный газ . . . 7
6.1.2 Неэталонный природный газ . . . 8
6.2 Сжиженный нефтяной газ . . . 8
6.2.1 Эталонный сжиженный нефтяной газ . . . 8
6.2.2 Неэталонный сжиженный нефтяной газ . . . 10
6.3 Моторный бензин . . . 10
6.3.1 Эталонный моторный бензин . . . 10
6.3.2 Неэталонный моторный бензин . . . 10
6.4 Дизельное топливо . . . 15
6.4.1 Эталонное дизельное топливо . . . 15
6.4.2 Неэталонное дизельное топливо . . . 18
6.5 Дистиллятное топливо . . . 19
6.6 Мазут . . . 21
6.7 Сырая нефть . . . 23
6.8 Альтернативные топлива . . . 24
6.9 Требования и дополнительная информация . . . 24
Приложение А (справочное) Расчет коэффициентов, зависящих от вида топлива . . . 25
Приложение В (справочное) Эквивалентные методы испытаний (не ИСО) . . . 30
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам . . . 32
Библиография . . . 33

Введение

Поскольку свойства топлив в разных странах мира могут очень сильно отличаться, в настоящий стандарт включен обширный список как эталонных, так и коммерческих видов топлива.

Хотя эталонные топлива обычно являются репрезентативными по отношению к тем или иным группам коммерческих топлив, однако требования к их качеству значительно выше. Именно эталонные топлива рекомендуются для преимущественного использования при сертификационных испытаниях по ИСО 8178-1.

В тех случаях, когда при испытаниях на содержание вредных выбросов отработавших газов используются коммерческие топлива (что характерно для испытаний, проводимых на местах установки), независимо от того, включены ли эти топлива в списки, приводимые в настоящем стандарте, в отчет об испытаниях рекомендуется включать информацию о свойствах использованного топлива в виде таблиц стандартной формы, приведенных в разделе 5 настоящего стандарта.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ

Измерение выброса продуктов сгорания

Часть 5

Топливо для испытаний

Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement.
Part 5. Test fuels

Дата введения — 2019—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет виды топлива, рекомендуемые при проведении стендовых испытаний с целью измерения содержания вредных выбросов с отработавшими газами по испытательным циклам, регламентируемых стандартом ИСО 8178-4.

Настоящий стандарт распространяется на судовые, тепловозные и промышленные двигатели внутреннего сгорания поршневые (далее — двигатели).

Требования настоящего стандарта не распространяются на автомобильные двигатели.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие международные стандарты:

ISO 4264, Petroleum products — Calculation of cetane index of middle-distillate fuels by the four-variable equation (Нефтепродукты. Расчет цетанового индекса среднедистиллятных топлив с помощью уравнения с четырьмя переменными)

ISO 8178-1:2006, Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions (Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах)

ISO 8216-1, Petroleum products — Fuels (class F) classification — Part 1: Categories of marine fuels [Нефтепродукты. Топлива (класс F). Классификация. Часть 1. Категории топлива, применяемого на судах]

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **коксовый остаток** (коксуемость) (carbon residue): Остаток, образовавшийся после выпаривания и термической деструкции углеродосодержащего вещества.

Примечание — В настоящее время традиционные методы анализа — Конрадсона и Рамсботтома — применяются относительно редко, уступив место методу (микро)коксового остатка [Источник: ИСО 1998-2:1998, 2.50.001].

Издание официальное

3.2 **цетановый индекс** (cetane index): Показатель, приближенно характеризующий цетановое число продукта, рассчитываемый по плотности топлива и его фракционному составу.

Примечание — Расчет производится по формуле, выведенной на основании статистического анализа обширной и представительной выборки по наиболее популярным в мире дизельным топливам, цетановое число и фракционный состав которых известны, поэтому данная формула каждые 5—10 лет обновляется. Формула, используемая в настоящее время, приведена в ИСО 4264. Она не применима к топливам с присадками, повышающими воспламеняемость [Источник: ИСО 1998-2:1998, 2.30.111].

3.3 **цетановое число** (cetane number): Число, характеризующее воспламеняемость дизельного топлива при стандартных условиях.

Примечание — Цетановое число соответствует объемному содержанию гексадекана (цетана) в эталонной смеси, характеризуемой тем же периодом задержки самовоспламенения, что и анализируемое топливо. Чем выше цетановое число, тем меньше период задержки самовоспламенения [Источник: ИСО 1998-2:1998, 2.30.110].

3.4 **сырая нефть** (crude oil): Форма нефти, встречающаяся в природных условиях, по большей части залегающая в составе пористых подземных формаций типа песчаника.

Примечание — Смесь углеводородов естественного происхождения, чаще всего в жидком состоянии, которая может также включать в себя примеси в виде серы, азота, кислорода, металлов и других элементов [Источник: ИСО 1998-1:1998, 1.05.005].

3.5 **дизельное топливо** (diesel fuel): Газойль, состав которого оптимизирован для использования в качестве топлива средне- и высокооборотных дизелей, используемых преимущественно в транспортных средствах.

Примечание — Его другое распространенное название — «автомобильное дизельное топливо» [Источник: ИСО 1998-1:1998, 1.20.131].

3.6 **дизельный индекс** (diesel index): Число, характеризующее воспламеняемость дизельного топлива и мазута, рассчитанное по известным значениям плотности топлива и анилиновой точки.

Примечание — Точность упомянутого метода невелика, поэтому данный показатель в настоящее время применяется редко; иногда он используется для оценки свойств некоторых композитных тяжелых топлив (см. также 3.2, цетановый индекс).

3.7 **сжиженный нефтяной газ** [liquefied petroleum gas (LPG)]: Смесь легких углеводородов, состоящая преимущественно из пропана, пропилена, бутанов и бутенов, которую удобно хранить и транспортировать в жидком состоянии при умеренных значениях давления и температуры внешней среды [Источник: ИСО 1998-1:1998, 1.15.080].

3.8 **октановое число** (octane number): Число, которое характеризует антидетонационные свойства топлива, используемого в двигателях с искровым зажиганием.

Примечание — Этот показатель определяется при испытаниях двигателя путем сравнения испытываемого топлива с эталонным. Поскольку существуют различные методы измерения октанового числа, его значение, приводимое в отчете об испытаниях, должно сопровождаться указанием использованного метода [Источник: ИСО 1998-2:1998, 2.30.100].

3.9 **оксигенат** (oxygenate): Кислородосодержащее органическое соединение, которое может быть использовано в качестве топлива или добавки к топливу; оксигенатами являются, например, различные спирты и эфиры.

4 Обозначения и сокращения

Обозначения и сокращения, используемые в настоящем стандарте, аналогичны тем, которые используются в ИСО 8178-1:2006, пункт 4, и в приложении А.

Для удобства пользователей приведены обозначения и сокращения, наиболее существенные для настоящего стандарта.

Обозначение	Определение	Единица измерения
λ	коэффициент избытка воздуха (в килограммах сухого воздуха на килограмм топлива)	кг/кг
k_f	коэффициент для расчета расхода отработавших газов для влажного состояния (зависит от вида топлива)	—
k_{CB}	коэффициент для расчета углеродного баланса (зависит от вида топлива)	—
q_{maw}	массовый расход воздуха на всасывании по влажному весу	кг/ч
q_{mew}	массовый расход отработавших газов по влажному весу[a]	кг/ч
q_{mf}	массовый расход топлива	кг/ч
w_{ALF}	массовая доля водорода в топливе	%
w_{BET}	массовая доля углерода в топливе	%
w_{GAM}	массовая доля серы в топливе	%
w_{DEL}	массовая доля азота в топливе	%
w_{EPS}	массовая доля кислорода в топливе	%
z	коэффициент вида топлива для расчета W_{ALF}	—

[a] При нормальных условиях (T = 273,15 K и p = 101,3 кПа).

5 Выбор топлива

5.1 Общие положения

При сертификации двигателей рекомендуется использовать эталонные топлива.

Эталонные топлива отражают характеристики промышленных топлив, которые используются в различных странах, и, соответственно, их свойства могут различаться. Характеристики вредных выбросов, полученные при работе на различных эталонных топливах, обычно несопоставимы, поскольку они зависят от состава топлива. При сравнении результатов, полученных в различных лабораториях, рекомендуется, чтобы свойства эталонных топлив, применявшихся при испытаниях, были как можно ближе друг к другу. Для выполнения этого требования предпочтительно брать топлива из одной партии.

Для всех топлив (включая эталонные) результаты их анализа должны приводиться в отчете об испытаниях наряду с результатами измерений характеристик выбросов.

Для топлив, не входящих в число эталонных, должны быть определены данные, указанные в следующих таблицах:

- таблица 4 Природный газ. Универсальный перечень анализов;
- таблица 8 Сжиженный нефтяной газ. Универсальный перечень анализов;
- таблица 13 Моторный бензин. Универсальный перечень анализов;
- таблица 17 Дизельное топливо. Универсальный перечень анализов;
- таблица 19 Дистиллятное топливо. Универсальный перечень анализов;
- таблица 21 Мазут. Универсальный перечень анализов;
- таблица 22 Сырая нефть. Универсальный перечень анализов.

Элементный анализ топлива должен выполняться в тех случаях, когда нет возможности произвести одновременное измерение массового расхода отработавших газов или расхода воздуха на впуске и расхода топлива.

В этих случаях массовый расход отработавших газов может быть рассчитан по измеренным значениям концентрации выбросов с помощью методов расчета, приведенных в ИСО 8178-1:2006, приложение А. В случаях, когда нет возможности провести анализ топлива, массовые доли водорода и углерода можно определять расчетным путем. Рекомендуемые методы расчета приведены в А.2.1, А.2.2 и А.2.3.

Методы расчета выбросов и расхода отработавших газов зависят от состава топлива.

Вычисление факторов, зависящих от состава топлива, там, где оно необходимо, должно выполняться в соответствии с ИСО 8178-1:2006, приложение А (приложение А к настоящему стандарту).

Примечание — Документы, регламентирующие методы определения свойств топлив, но не входящие в число стандартов ИСО, упомянутых в настоящем стандарте, приведены в приложении В.

5.2 Влияние свойств топлива на выбросы двигателей с самовоспламенением от сжатия

Выбросы двигателей существенно зависят от свойств применяемого топлива. Отдельные параметры топлива оказывают на уровень выбросов более или менее сильное влияние. В разделах 5.2.1—5.2.3 приведен краткий обзор наиболее важных параметров.

5.2.1 Содержание серы в топливе

Содержание серы в сырой нефти обычно бывает достаточно велико. Сера, остающаяся в топливе после нефтепереработки, при сгорании в цилиндре двигателя окисляется до сернистого ангидрида SO_2, являющегося основным источником загрязнения атмосферы серой от двигателей. Часть SO_2, попадая в выпускной тракт двигателя, в смесительный канал или в систему очистки выпуска, подвергается дальнейшему окислению, превращаясь в оксид серы (VI) SO_3. Реагируя с присутствующей в отработавших газах водой, оксид серы образует серную кислоту, которая может образовывать различные сульфаты, а также менять агрегатное состояние и при измерении фигурировать как один из компонентов выброса частиц (PM).

Следовательно, содержание серы в топливе оказывает существенное влияние на уровень выброса частиц.

Массовая доля сульфатов в отработавших газах двигателя зависит от следующих параметров:

- расхода топлива (BSFC);
- содержания серы в топливе (FSC);
- степени преобразования S в SO_4 (CR);
- приращение массы из-за абсорбции воды, приведенное к $H_2SO_4 \cdot 6{,}651H_2O$.

Расход топлива и содержание серы в топливе являются измеряемыми параметрами, тогда как степень преобразования может быть оценена только приближенно, поскольку меняется от двигателя к двигателю. Как правило, в двигателях, не имеющих системы очистки выпуска, степень преобразования составляет порядка 2 %. Влияние серы на уровень PM рассчитывают по формуле

$$Sulfur_{PM} = BSFC \cdot \frac{FSC}{1.000{,}000} \cdot \frac{CR}{100} \cdot 6{,}795296, \quad (1)$$

где $Sulfur_{PM}$ — удельный вклад серы из топлива в уровень PM в граммах на киловатт-час (г/кВт·ч) эффективной мощности;

BSFC — удельный расход топлива в граммах на киловатт-час (г/кВт·ч) эффективной мощности;

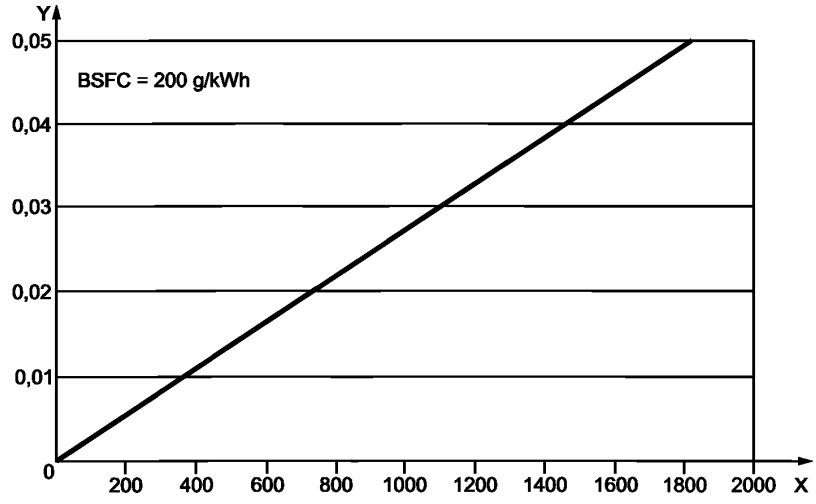
FSC — содержание серы в топливе в миллиграммах на килограмм (мг/кг);

CR — степень преобразования S в SO_4 в процентах (%);

6,795296 — степень преобразования S в $H_2SO_4 \cdot 6{,}651H_2O$.

Данная величина основана на предположении, что с каждым граммом H_2SO_4 связывается 1,2216 грамма воды, поскольку в атмосфере, где производится взвешивание, точка росы равна 9,5 °C. Это соответствует $6{,}651H_2O$.

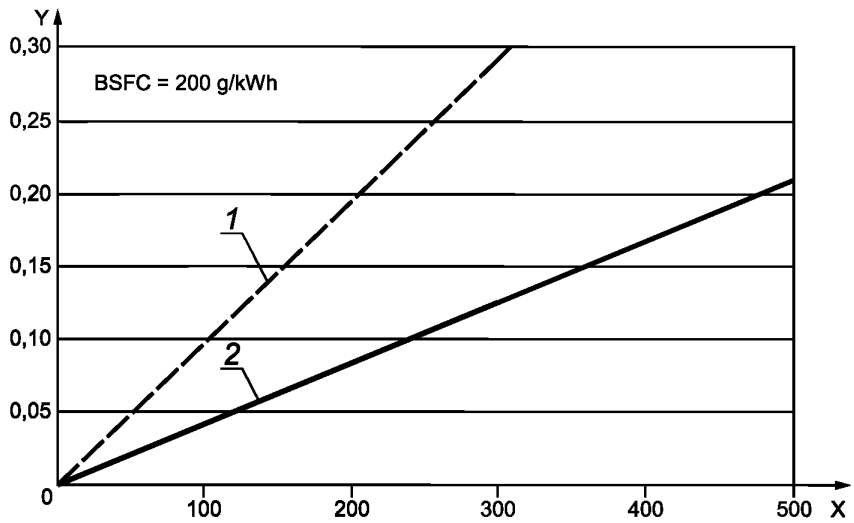
Соотношение между содержанием серы в топливе и уровнем выброса сульфатов для двигателя без системы очистки отработавших газов и степенью преобразования S в SO_4 2 % показано на рисунке 1.



X — содержание серы в топливе, мг/кг; Y — содержание PM в отработавших газах, г/кВт·ч

Рисунок 1 — Соотношение между содержанием серы в топливе и выбросами сульфатов в двигателях без системы каталитической очистки отработавших газов

В состав многих систем очистки выпуска входит катализатор окисления. Его роль состоит в интенсификации химических реакций, необходимых для правильного функционирования системы очистки выпуска. Поскольку катализатор окисления интенсифицирует также преобразование SO_2 в SO_4, то при наличии серы в топливе наличие такой системы очистки существенно усиливает выброс частиц. При использовании подобного рода систем очистки степень преобразования может резко возрасти (рост может составлять от 30 до 70 % в зависимости от эффективности каталитического преобразователя). Как следует из рисунка 2, это может оказать значительное влияние на выбросы PM.



X — содержание серы в топливе, мг/кг; Y — содержание PM в отработавших газах, г/кВт·ч;
1 — степень преобразования 70 %; *2* — степень преобразования 30 %

Рисунок 2 — Соотношение между содержанием серы в топливе и выбросами сульфатов в двигателях с системой каталитической очистки отработавших газов

5.2.2 Специфика судовых топлив

Для судовых топлив (дистиллятных и тяжелых) содержание серы и азота оказывают существенное влияние на уровень выбросов соответственно PM и NO_x (оксиды азота).

Как правило, содержание серы в топливах для судовых двигателей примерно на порядок больше, чем в топливах для двигателей автомобильной и внедорожной техники (см. таблицу 21). Даже в отсутствие системы очистки отработавших газов при содержании серы в топливе 2 % уровень выбросов PM, обусловленный наличием серы, будет составлять порядка 0,4 г/кВт·ч. Кроме того, заметный вклад в общий выброс PM вносят такие компоненты, как зола, ванадий и частицы отложений. Таким образом, частицы, образовавшиеся внутри двигателя (а это в основном сажа), составляют лишь небольшую часть общего объема выбросов PM. Принимая решение об использовании системы очистки отработавших газов, необходимо учесть положения, изложенные в 5.2.1.

Среднее содержание азота в мазуте в настоящее время составляет около 0,4 %, но эта цифра постоянно растет. Известны случаи, когда содержание азота в мазуте доходило до 0,8—1,0 %. Увеличение содержания азота до 0,8 % при степени преобразования 55 % увеличит уровень выбросов NO_x двигателем более чем на 2 г/кВт·ч. Такое увеличение весьма существенно и в расчетах должно учитываться.

5.2.3 Другие свойства топлива

Существуют и другие параметры топлива, сильно влияющие на уровни выбросов и расход топлива двигателей. В отличие от серы, диапазон их изменения мало предсказуем и может быть разнонаправленным, тем не менее есть общие тенденции, применимые ко всем двигателям. Важнейшими из этих параметров являются: цетановое число, плотность, содержание полиароматических углеводородов, общее содержание соединений ароматического ряда и фракционный состав. Влияние этих параметров кратко описано ниже.

Что касается выбросов NO_x, то на их уровень влияет в основном общее содержание соединений ароматического ряда, тогда как влияние полиароматических соединений и плотности не столь зна-

чительно. Это может быть объяснено тем, что при увеличении содержания ароматических соединений растет температура пламени при сгорании топлива, что приводит к росту выбросов NO_x.

Что же касается образования PM, то наиболее важными параметрами топлива с этой точки зрения являются плотность топлива и содержание полиароматических соединений. По приближенной оценке снижение содержания в топливе полиароматических соединений с 30 до 10 % дает уменьшение выбросов PM на 4 %. Аналогичный результат по выбросам PM дает снижение содержания полиароматических соединений с 9 до 1 %.

Увеличение цетанового числа (CN) улучшает условия холодного пуска двигателя, что приводит к снижению выбросов белого дыма. Увеличение цетанового числа приводит также к снижению выбросов NO_x на величину до 9 %, особенно на малых нагрузках. В этом случае увеличение цетанового числа с 50 до 58 может снизить расход топлива на величину до 3 %.

5.3 Влияние свойств топлива на выбросы двигателей с искровым зажиганием

Параметры топлива, существенно влияющие на уровни выбросов и расход топлива двигателя с искровым зажиганием: октановое число, содержание серы, количество металлосодержащих присадок, оксигенатов, олефинов и бензола.

Каждый двигатель рассчитывают и настраивают на определенное октановое число. Когда октановое число используемого топлива оказывается ниже требуемого, это может привести к возникновению детонации, возможным следствием которой является серьезное повреждение двигателя. Топливо с пониженным октановым числом может использоваться в двигателе, оборудованном датчиком детонации, срабатывание которого инициирует увеличение задержки зажигания.

Как уже говорилось выше, содержание серы в сырой нефти обычно бывает достаточно велико. Если эта сера не удалена в процессе очистке нефти, она будет загрязнять топливо. Наличие серы в топливе значительно увеличивает уровень выбросов, поскольку сера отравляет катализатор. Кроме того, сера отрицательно влияет на работу датчиков содержания кислорода в отработавших газах. Следствием этого является существенный рост выбросов HC и NO_x. К тому же технологии использования обедненной рабочей смеси (применение которой влечет за собой необходимость очистки отработавших газов от NO_x) чрезвычайно чувствительны к присутствию серы.

Металлосодержащие присадки, как правило, приводят к образованию золы. Это необратимо ухудшает условия работы катализатора и других компонентов системы очистки, в частности датчиков содержания кислорода, результатом чего является рост выбросов NO_x. Так, например, для повышения октанового числа бензина иногда используется присадка ММТ (метилциклопентадиенил-марганец-трикарбонил). Продукты сгорания ММТ образуют налет на внутренних компонентах двигателя, в частности на свечах зажигания, что приводит к росту вредных выбросов и расхода топлива. Кроме того, они оседают на катализаторе и частично забивают его структуру, что ведет к росту не только вредных выбросов, но и расхода топлива.

Нередко в бензин добавляют органические соединения, обогащенные кислородом, с целью либо повышения октанового числа, либо увеличения объема горючего, либо обеднения смеси для снижения выбросов окиси углерода. В последнем случае выбросы окиси углерода снижаются, особенно в карбюраторных двигателях, не имеющих электронных систем управления топливоподачей с обратной связью. Однако повышение уровня O_2 сверх расчетного предела, на который настроен двигатель без замкнутой системы управления топливоподачей, ведет, как правило, к увеличению выбросов NO_x и температуры сгорания, что может, в свою очередь, вызвать преждевременный отказ двигателя.

Олефины, являющиеся ненасыщенными углеводородами, в ряде случаев также повышают октановое число бензина. Однако наличие олефинов в бензине может вести к выделению и осаждению смол и других отложений, а также к росту вредных выбросов, в том числе химически активных (то есть способствующих образованию озона) углеводородов.

Бензол входит в состав природной сырой нефти и, кроме того, является продуктом каталитического риформинга, в ходе которого образуется высокооктановый бензин. Он, как известно, является канцерогеном. Наиболее очевидным способом сократить выбросы бензола двигателями с искровым зажиганием является ограничение его содержания в бензине.

Испаряемость бензина является одним из критических параметров, от которых зависят рабочие показатели двигателя, в том числе уровень вредных выбросов. Испаряемость, в свою очередь, определяется двумя параметрами — давлением паров бензина и фракционным составом.

6 Существующие топлива

6.1 Природный газ

6.1.1 Эталонный природный газ

Для целей сертификации рекомендуется использовать эталонный природный газ следующих видов:

a) эталонные топлива ЕС, перечень характеристик которых приведен в таблице 1;

b) топлива США для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 2;

c) топлива Японии для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 3.

Таблица 1 — Природный газ. Эталонные топлива ЕС

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	G_{23}		G_R		G_{25}	
			мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Молярная доля метана	моль %	ИСО 6974	91,5	93,5	84	89	84	88
Молярная доля этана	моль %	ИСО 6974	—	—	11	15	—	—
Молярная доля компонентов C_{2+}	моль %	ИСО 6974	—	—	—	1	—	—
Молярная доля инертных газов (кроме N_2) + C_2 + C_{2+}	моль %	ИСО 6974	—	1	—	—	—	1
Молярная масса азота	моль %	ИСО 6974	6,5	8,5	—	—	12	16
Массовая концентрация серы	мг/м^3	ИСО 6326-5	—	10	—	10	—	10
Источник: Регламент ЕС 582/2011.								

Таблица 2 — Природный газ. Топливо США для сертификационных испытаний

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний				
					мин.	макс.
Молярная доля метана	моль %	ASTM D 1945	—	—	87	—
Молярная доля этана	моль %	ASTM D 1945	—	—	—	5,5
Молярная доля пропана	моль %	ASTM D 1945	—	—	—	1,2
Молярная доля бутана	моль %	ASTM D 1945				0,35
Молярная доля пентана	моль %	ASTM D 1945				0,13
Молярная доля компонентов C_{6+}	моль %	ASTM D 1945	—	—	—	0,1
Молярная доля кислорода	моль %	ASTM D 1945				0,1
Молярная доля инертных газов, Σ CO_2 и N_2	моль %	ASTM D 1945	—	—	—	5,1
Источник: Раздел 40, Свод федеральных нормативных актов, 1065,715.						

Таблица 3 — Природный газ. Топливо Японии для сертификационных испытаний

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Эквивалент 13А	
			мин.	макс.
Суммарная теплотворная способность	ккал/м^3	JIS K2301	10 410	11 050

Окончание таблицы 3

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Эквивалент 13А	
			мин.	макс.
Показатель Воббе	WI	[a]	13 260	730
Показатель скорости горения	MCP	[a]	36,8	37,5
Молярная доля метана	моль %	JIS K2301	85,0	—
Молярная доля этана	моль %	JIS K2301	—	10,0
Молярная доля пропана	моль %	JIS K2301	—	6,0
Молярная доля бутана	моль %	JIS K2301	—	4,0
Молярная доля компонентов $C_3 + C_4$	моль %	JIS K2301	—	8,0
Молярная доля компонентов C_{5+}	моль %	JIS K2301	—	0,1
Молярная доля других газов ($H_2 + O_2 + N_2 + CO + CO_2$)	моль %	JIS K2301	—	14,0
Массовая концентрация серы	мг/м^3	JIS K2301	—	10

[a] Показатель Воббе и показатель скорости горения рассчитываются, исходя из состава газа.

Источник: Подробные правила безопасности для автотранспорта, приложения 41 и 42.

6.1.2 Неэталонный природный газ

Эталонный газ не всегда может быть использован, поскольку такая возможность зависит от его наличия на месте установки двигателя. В этом случае свойства используемого газа, в том числе результаты химического анализа, должны быть известны и указаны в отчете об испытаниях.

Универсальный перечень анализов, результаты которых должны включаться в отчет об испытаниях, приведен в таблице 4.

Таблица 4 — Природный газ. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Результат измерения
Молярная доля метана	%	ИСО 6974	
Молярная доля компонентов C_2	%	ИСО 6974	
Молярная доля компонентов C_{2+}	%	ИСО 6974	
Молярная доля компонентов C_{6+}	%	ИСО 6974	
Молярная доля инертных газов, Σ CO_2 и N_2	%	ИСО 6974	
Массовая концентрация серы	мг/м^3	ИСО 6326-5	

6.2 Сжиженный нефтяной газ

6.2.1 Эталонный сжиженный нефтяной газ

Для целей сертификации рекомендуется использовать эталонный сжиженный нефтяной газ следующих видов:

a) эталонные топлива ЕС, перечень характеристик которых приведен в таблице 5;

b) топлива США для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 6;

c) топлива Японии для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 7.

Таблица 5 — Сжиженный нефтяной газ. Эталонные топлива ЕС

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Топливо А	Топливо В
Объемная доля компонентов C_3	% об.	ИСО 7941	30 ± 2	85 ± 2
Объемная доля компонентов C_4	% об.	ИСО 7941	Баланс	Баланс
Объемная доля инертных газов, $< C_3, > C_4$	% об.	ИСО 7941	Макс. 2,0	Макс. 2,0
Объемная доля олефинов	% об.	ИСО 7941	Макс.12	Макс.15
Осадок после выпаривания	(мг/кг)	ИСО 13757	Макс. 50	Макс. 50
Вода при 0 °С		Визуальный осмотр	В свободном состоянии	В свободном состоянии
Общая сера	(мг/кг)	EN 24260	Макс. 10	Макс. 10
Сероводород		ИСО 8819	Нет	Нет
Коррозионная агрессивность (проба на медную пластинку)	Класс	ИСО 6251	Класс 1	Класс 1
Запах			Характерный	Характерный
Октановое число по моторному методу		EN 589 приложение В	Мин. 89,0	Мин. 89,0
Источник: Регламент ЕС 582/2011.				

Таблица 6 — Сжиженный нефтяной газ. Топливо США для сертификационных испытаний

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Значения	
			мин.	макс.
Объемная доля пропана	% об.	ASTM D 2163	85	—
Объемная доля бутана	% об.	ASTM D 2163	—	5
Объемная доля бутенов	% об.	ASTM D 2163	—	2
Объемная доля пентанов и более тяжелых фракций	% об.	ASTM D 2163	—	0,5
Объемная доля пропилена	%	ASTM D 2163	—	10
Давление паров при 38 °С	кПа	ASTM D 1267 и 2598	—	1400
Летучесть	°С	ASTM D 1837	—	Минус 38
Остаточные фракции	мл	ASTM D 2158	—	0,05
Коррозионная агрессивность (проба на медную пластинку)	Класс	ASTM D 1838	—	Класс 1
Массовая концентрация серы	(мг/кг)	ASTM D 2784	—	80
Влагосодержание	Рейтинг	ASTM D 2713	Допустимое	—
Источник: Раздел 40, Свод федеральных нормативных актов, 1065,720.				

Таблица 7 — Сжиженный нефтяной газ. Эталонные топлива Японии

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Значения	
			мин.	макс.
Молярная доля пропана и пропилена	моль %	JIS K 2240	20	30
Молярная доля бутана и бутилена	моль %	JIS K 2240	70	80
Плотность при 15 °C	г/см^3	JIS K 2240	0,500	0,620
Давление паров при 40 °C	МПа	JIS K 2240	—	1,55
Массовая концентрация серы	% масс.	JIS K 2240	—	0,02

6.2.2 Неэталонный сжиженный нефтяной газ

Во многих случаях эталонный сжиженный нефтяной газ не может быть использован, поскольку такая возможность зависит от его наличия на месте установки двигателя. В этом случае свойства используемого газа, в том числе результаты химического анализа, должны быть известны и указаны в отчете об испытаниях.

Универсальный перечень анализов, результаты которых должны включаться в отчет об испытаниях, приведен в таблице 8.

Таблица 8 — Сжиженный нефтяной газ. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Молярное содержание каждого компонента	%	ИСО 7941	
Массовая концентрация серы	%	ИСО 4260	
Давление паров при 40 °C	кПа	ИСО 8973 ИСО 4256	
Плотность при 15 °C	г/см^3	ИСО 3993 ИСО 8973	
[a] Укажите использованный метод.			

6.3 Моторный бензин

6.3.1 Эталонный моторный бензин

Для целей сертификации рекомендуется использовать эталонный моторный бензин следующих видов:

a) эталонные топлива ЕС, перечень характеристик которых приведен в таблице 9;

b) топлива США для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблицах 10 и 11;

c) топлива Японии для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 12.

Таблица 9 — Моторный бензин. Эталонные топлива ЕЭС

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Директива 2002/88/ЕС		Регламент 582/2011 (Е10)	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Октановое число бензина по исследовательскому методу (RON)	1	EN 25164	95	—	95	97
Октановое число бензина по моторному методу (MON)	1	EN 25163	85	—	84	86
Плотность при 15 °C	кг/м^3	ИСО 3675	748	762	743	756
Упругость паров по Рейду	кПа	EN 12	56	60	—	—

Продолжение таблицы 9

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Директива 2002/88/ЕС		Регламент 582/2011 (Е10)	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Давление паров (dry vapor pressure equivalent — DVPE)	кПа	EN-ИСО 13016-1	—	—	56	60
Содержание воды в топливе	% V/V	ASTM E 1064				0,015
Фракционный состав		EN-ИСО 3405				
Температура начала перегонки	°C		24	40	24	44
Перегоняется при 70 °C	% V/V					
Перегоняется при 100 °C	% V/V		49	57	56	60
Перегоняется при 150 °C	% V/V		81	87	88	90
Температура конца перегонки	°C		190	215	190	210
Остаток	% V/V		—	2	—	2
Состав углеводородов						
Объемная доля олефиновых	% V/V	ASTM D 1319/ EN 14517	—	10	3	18
Объемная доля ароматических	% V/V	ASTM D 1319/ EN 14517	28	40	25	35
Объемная доля бензола	% V/V	EN 12177	—	1	0,4	1,0
Объемная доля насыщенных продуктов	% V/V	ASTM D 1319		Баланс		Протокол испытаний
Соотношение «углерод/водород»				Протокол испытаний		Протокол испытаний
Соотношение «углерод/кислород»						Протокол испытаний
Массовая доля серы	(мг/кг)	EN-ИСО 14596 EN-ИСО 20846	—	100	—	10
Содержание кислорода	% м/м	EN 1601	—	2,3	—	3,7
Содержание свинца	мг/л	EN 237		5	—	5
Содержание фосфора Стойкость к окислению	мг/л	ASTM D 3231	—	1,3	—	1,3
Индукционный период	мин	EN-ИСО 7536	480	—	480	—
Смолистые нерастворимые вещества	мг/л	EN-ИСО 6246	—	0,04	—	0,04
Коррозия медной пластинки при 50 °C	—	EN-ИСО 2160	—	Класс 1	—	Класс 1

Окончание таблицы 9

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Директива 2002/88/EC		Регламент 582/2011 (E10)	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Этанол	% V/V	EN 1601 EN 13132 EN 14517			9,5	10,0
Источник: Регламент ЕС 2002/88. Источник: Регламент ЕС 582/2011.						

Таблица 10 — Моторный бензин (без этанола). Топлива США для сертификационных испытаний общего характера

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Значение	
			мин.	макс.
Чувствительность (RON/MON)	1	ASTM D 2699 ASTM D 2700	7,5	—
Эквивалентное давление сухих паров	кПа	ASTM D 323	60,0	63,4[a,b]
Фракционный состав Температура начала перегонки	°C	ASTM D 86	24	35
Перегоняется 10 % об.	°C		49	57
Перегоняется 50 % об.	°C		93	110
Перегоняется 90 % об.	°C		149	163
Конечная точка перегонки	°C		—	213
Состав углеводородов		ASTM D 1319		
Олефиновые	% об.		—	10
Ароматические	% об.		—	35
Насыщенные продукты	% об.		Остаток	
Массовая доля серы	мг/кг		—	80
Массовая концентрация свинца	г/л	ASTM D3237	—	0,013
Массовая концентрация фосфора	г/л	ASTM D 3231	—	0,0013
Примечание — Бензин, применяемый при испытаниях, должен иметь октановое число, характерное для коммерческих топлив, используемых в данном виде установок. [a] Для испытаний, проводимых на высоте, превышающей 1219 м, допустимый диапазон испаряемости должен составлять от 52,0 до 55,2 кПа, а диапазон точки начала кипения — от 23,9 до 40,6 °C. [b] Для испытаний, не связанных с определением выбросов при испарении, диапазон давления должен составлять от 55,2 до 63,4 кПа. Источник: Раздел 40, Свод федеральных нормативных актов, 1065,710.						

Таблица 11 — Моторный бензин (без этанола). Топлива США для сертификационных испытаний при низких температурах

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Значение	
			мин.	макс.
Эквивалентное давление сухих паров	кПа	ASTM D 323	77,2	81,4
Фракционный состав		ASTM D 86		

Окончание таблицы 11

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Значение	
			мин.	макс.
Температура начала перегонки	°C		24	36
Перегоняется 10 % об.	°C		37	48
Перегоняется 50 % об.	°C		82	101
Перегоняется 90 % об.	°C		158	174
Конечная точка перегонки	°C		—	212
Состав углеводородов		ASTM D 1319		
Олефиновые	% об.		—	17,5
Ароматические	% об.		—	30,4
Насыщенные продукты	% об.		Остаток	
Массовая доля серы	мг/кг		—	80
Массовая концентрация свинца	г/л	ASTM D3237	—	0,013
Массовая концентрация фосфора	г/л	ASTM D 3231	—	0,005
Примечание — Бензин, применяемый при испытаниях, должен иметь октановое число, характерное для коммерческих топлив, используемых в данном виде установок.				
Источник: Раздел 40, Свод федеральных нормативных актов, 1065,710.				

Таблица 12 — Моторный бензин. Топливо Японии для сертификационных испытаний

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Обычного качества		Высокого качества	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Октановое число бензина по исследовательскому методу (RON)	1	JIS K 2280	90	92	99	101
Октановое число бензина по моторному методу (MON)	1	JIS K 2280	80	82	86	88
Плотность при 15 °C	г/см^3	JIS K 2249	0,72	0,77	0,72	0,77
Упругость паров по Рейду	кПа	JIS K 2258	56	60	56	60
Фракционный состав		JIS K 2254				
Перегоняется 10 % об.	K (°C)		318 (45)	328 (55)	318 (45)	328 (55)
Перегоняется 50 % об.	K (°C)		363 (90)	373 (100)	363 (90)	373 (100)
Перегоняется 90 % об.	K (°C)		413 (140)	443 (170)	413 (140)	443 (170)
Температура конца перегонки	K (°C)		—	488 (215)	—	488 (215)
Состав углеводородов		JIS K 2536-1, -2, -3, -4, -5, -6				
Олефиновые	% об.		15	25	15	25
Ароматические	% об.		20	45	20	45
Бензол	% об.		—	1,0	—	1,0
Кислород	% масс.		—	ND[a]	—	ND
MTBE	% об.		—	ND	—	ND

Окончание таблицы 12

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Обычного качества		Высокого качества	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Метанол	% об.		—	ND	—	ND
Этанол	% об.		—	ND	—	ND
Керосин	% об.		—	ND	—	ND
Массовая доля серы	мг/кг	JIS K 2541-1, -2, -6, -7	—	10	—	10
Массовая концентрация свинца	г/л	JIS K 2255	—	ND	—	ND
Массовое содержание смол на 100 мл	мг	JIS K 2261	—	5	—	5
[a] ND — не нормируется.						
Источник: Подробные правила безопасности для автотранспорта, приложения 41 и 42.						

6.3.2 Неэталонный моторный бензин

В случае необходимости использования неэталонного моторного бензина свойства такого бензина должны включаться в отчет об испытаниях.

В таблице 13 приведен универсальный перечень анализов используемого топлива, результаты которых должны включаться в отчет.

Таблица 13 — Моторный бензин. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Октановое число бензина по исследовательскому методу (RON)	1	ИСО 5164	
Октановое число бензина по моторному методу (MON)	1	ИСО 5163	
Чувствительность (RON/MON)	1	ИСО 5163 ИСО 5164	
Плотность при 15 °С	кг/л	ИСО 3675	
Упругость паров по Рейду	кПа	ИСО 3007	
Давление паров (dry vapor pressure equivalent — DVPE)	кПа	EN 13016-1	
Фракционный состав		ИСО 3405	
Температура начала перегонки	°С		
Перегоняется 10 % об.	°С		
Перегоняется 50 % об.	°С		
Перегоняется 90 % об.	°С		
Температура конца перегонки	°С		
Остаток			
при 70 °С	%		
при 100 °С	%		
при 180 °С	%		
Состав углеводородов		ИСО 3837	
Объемная доля олефинов	%		

Окончание таблицы 13

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Объемная доля ароматических	%		
Объемная доля бензола	%	ASTM D 3606 ASTM D 5580 EN 238	
Массовая доля серы	%	ИСО 4260 ИСО 8754	
Массовая концентрация фосфора	г/л	ASTM D 3231	
Массовая концентрация свинца	г/л	ИСО 3830	
Стойкость к окислению	мин	ИСО 7536	
Массовое содержание смол на 100 мл	мг	ИСО 6246	
Коррозия медной пластинки при 50 °С	—	ИСО 2160	
Оксигенаты			
Элементный анализ[b]			
Массовая доля углерода	%		
Массовая доля водорода	%	ASTM D 3343	
Массовая доля азота	%		
Массовая доля кислорода	%		

[a] Укажите использованный метод.
[b] См. пункт 5.

6.4 Дизельное топливо

6.4.1 Эталонное дизельное топливо

Для целей сертификации рекомендуется использовать эталонные дизельные топлива следующих видов:

a) эталонные топлива ЕС, перечень характеристик которых приведен в таблице 14;

b) топлива США для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 15;

c) топлива Японии для сертификационных испытаний, перечень характеристик которых приведен в таблице 16.

Таблица 14 — Дизельное топливо. Эталонные топлива ЕС

Характеристика	Единица измерения	Методы испытаний	Малосернистые		Ультра-малосернистые		B7 (Euro VI)	
			мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Цетановый индекс		EN-ИСО 4264					46	—
Цетановое число	1	ИСО 5165	52	54	—	54	52	56
Плотность при 15 °С	кг/м^3	ИСО 3675	833	837	833	865	833	837
Фракционный состав		ИСО 3405						
перегоняется 50 % об.	°С		245	—	245	—	245	—
перегоняется 95 % об.	°С		345	350	345	350	345	350
Температура конца перегонки	°С		—	370	—	370	—	360

Окончание таблицы 14

Характеристика	Единица измерения	Методы испытаний	Малосернистые		Ультра-малосернистые		B7 (Euro VI)	
			мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Температура вспышки	°C	ИСО 2719	55	—	55	—	55	—
Предельная температура фильтруемости	°C	EN 116	—	Минус 5	—	Минус 5	—	Минус 5
Кинематическая вязкость при 40 °C	мм^2/с	ИСО 3104	2,5	3,5	2,3	3,3	2,3	3,3
Полициклические ароматические углеводороды	% м/м	EN12916	3,0	6,0	3,0	6,0	2,0	4,0
Массовая доля серы	мг/кг	EN-ИСО 14596 EN-ИСО 20846		300	—	10	—	10
Коррозия медной пластинки	—	ИСО 2160		Класс 1	—	Класс 1	—	Класс 1
Массовая доля коксового остатка методом Конрадсона (10 % DR)	%	ИСО 10370		0,2	—	0,2	—	0,2
Массовая доля золы	%	EN-ИСО 6245		0,01	—	0,01	—	0,01
Массовая доля воды	%	EN-ИСО 12937		0,05	—	0,02	—	0,02
Общее загрязнение	мг/кг	EN 12662					—	24
Смазывающая способность (HFRR 60 °C)	мкм	EN ИСО 12156			—	400	—	400
Кислотное число	мгKOH/г	ASTM D 974	—	0,02	—	0,02	—	0,10
Стойкость к окислению	мг/мл	EN-ИСО 12205	—	0,025	—	0,025	—	0,025
Стойкость к окислению при 110 °C	Ч	EN 15751					20,0	—
FAME	% V/V	EN 14078				Отс.	6,0	7,0
Источник: Регламент ЕС 582/2011. Источник: Регламент ЕС 2004/26.								

Таблица 15 — Дизельное топливо. Топлива США для сертификационных испытаний

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Топливо 2-D	
			мин.	макс.
Цетановое число	1	ASTM D 613	40	50
Цетановый индекс	1	ASTM D 976	40	50
Удельный вес	°API	ASTM D 4052	32	37
Фракционный состав		ASTM D 86		
Температура начала перегонки	°C		171	204
Перегоняется 10 % об.	°C		204	238

Окончание таблицы 15

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Топливо 2-D	
			мин.	макс.
Перегоняется 50 % об.	°C		243	282
Перегоняется 90 % об.	°C		293	332
Температура конца перегонки	°C		321	366
Температура вспышки	°C	ASTM D 93	54	—
Кинематическая вязкость при 37,88 °C	мм^2/с	ASTM D 445	2	3,2
Массовая доля серы для ультрамалосернистого топлива	мг/кг	ASTM D2622 или его эквивалент, допустимый по 40 CFR	7	15
- малосернистое		80.580	300	500
- высокосернистое			800	2500
Объемная доля ароматических углеводородов (в остаток входят парафиновые, нафтеновые и олефиновые)	г/кг	ASTM D 5186	(10)	—
Источник: Раздел 40, Свод федеральных нормативных актов, 1065,703.				

Таблица 16 — Дизельное топливо. Топлива Японии для сертификационных испытаний

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Сертификационное топливо 1[a]		Сертификационное топливо 2[b]	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Цетановый индекс		JIS K2280	53	57	53	60
Плотность при 15 °C	г/см^3	JIS K2249	0,824	0,840	0,815	0,840
Фракционный состав		JIS K 2254				
Перегоняется 50 % об.	K (°C)		528 (255)	568 (295)	528 (255)	568 (295)
Перегоняется 90 % об.	K (°C)		573 (300)	618 (345)	573 (300)	618 (345)
Температура конца перегонки	K (°C)		—	643 (370)	—	643 (370)
Состав углеводородов						
Общие ароматические	% об.	JPI-5S-49-97[c]	—	25	—	25
Полициклические ароматические	% об.	JPI-5S-49-97[c]	—	5,0	—	5,0
Температура вспышки	K (°C)	JIS K2265-3	331 (58)	—	331 (58)	—
Кинематическая вязкость при 30 °C	мм^2/с	JIS K2283	3,0	4,5	3,0	4,5
Массовая доля серы	мг/кг	JIS K2541-1, -2, -6, -7	—	10	—	10
Триглицерид		Допустимый метод измерения, согласно бюллетеню METI[d]		ND[e]		ND[e]
Метиловые эфиры жирных кислот				ND[e]		ND[e]

Окончание таблицы 16

[a] Топливо для испытаний автотранспорта, указанное в «Подробных правилах безопасности для автотранспорта, приложения 41 и 42».
[b] Топливо для испытаний автотранспорта, указанное в «Подробных правилах безопасности для автотранспорта, приложение 43».
[c] Стандарт Института нефти Японии.
[d] Министерство экономики, торговли и промышленности.
[e] ND — не нормируется.

Источник: Подробные правила безопасности для автотранспорта, приложения 41, 42 и 43.

6.4.2 Неэталонное дизельное топливо

В случае необходимости использования неэталонного дизельного топлива свойства такого топлива должны включаться в отчет об испытаниях. В таблице 17 приведен универсальный перечень анализов топлива, результаты которых должны включаться в отчет.

Таблица 17 — Дизельное топливо. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Цетановое число	1	ИСО 5165	
Цетановый индекс	1	ИСО 4264	
Плотность при 15 °С	кг/л	ИСО 3675	
Фракционный состав		ИСО 3405	
Температура начала перегонки	°С		
Перегоняется 10 % (об.)	°С		
Перегоняется 50 % (об.)	°С		
Перегоняется 90 % (об.)	°С		
Температура конца перегонки	°С		
Объем перегонки	%		
при 250 °С	%		
при 350 °С	%		
Температура вспышки	°С	ИСО 2719	
Предельная температура фильтруемости	°С	EN 116	
Температура застывания		ИСО 3016	
Кинематическая вязкость при 40 °С	$мм^2/с$	ИСО 3104	
Массовая доля серы	%	ИСО 4260	
Объемная доля ароматических	%	ASTM D 1319[b] ASTM D 5186	
Массовая доля коксового остатка (10 % DR)	%	ИСО 6615	
Массовая доля золы	%	ИСО 6245	
Массовая доля воды		ИСО 3733	
Кислотное число	мг KOH/г	ASTM D 974	
Стойкость к окислению			

Окончание таблицы 17

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Индукционный период	мин	ASTM D 525	
Массовое содержание смол на 100 мл	мг	ASTM D 381	
Элементный анализ[c]			
Массовая доля углерода	%	—	
Массовая доля водорода	%	ASTM D 3343	
Массовая доля азота	%	—	
Массовая доля кислорода	%	—	

[a] Укажите использованный метод.
[b] Применимость данного метода ограничена топливами с высоким значением точки кипения, другие методы не стандартизованы, но могут быть использованы.
[c] См. пункт 5.

6.5 Дистиллятное топливо

Ввиду отсутствия эталонного дистиллятного топлива рекомендуется пользоваться топливом, отвечающим требованиям ИСО 8217, перечень характеристик которого приведен в таблице 18.

Свойства используемого топлива, в том числе результаты его химического анализа, должны быть определены и включены в отчет по результатам измерения содержания вредных выбросов.

В таблице 19 приведен универсальный перечень анализов используемого топлива, результаты которых должны включаться в отчет.

Таблица 18 — Дистиллятное топливо. Испытательное топливо класса F по ИСО

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Топливо ИСО-F-DMA		Топливо ИСО-F-DMB	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Цетановый индекс		ИСО 4264	40	—	35	—
Плотность при 15 °С	кг/м^3	ИСО 3675	—	890,0	—	900,0
Температура вспышки	°С	ИСО 2719	60		60	
Температура застывания		ИСО 3016				
Зимнее	°С		—	Минус 6	—	0
Летнее	°С		—	0	—	6
Кинематическая вязкость при 40 °С	мм^2/с	ИСО 3104	2,00	6,00	2,00	11,0
Массовая доля серы	%	ИСО 8754	—	1,50	—	2,00
Коксуемость 10 % остатка перегонки (микрометод)	%	ИСО 10370	—	0,30	—	—
Коксовый остаток (микрометод)	%	ИСО 10370	—	—	—	0,30
Массовая доля золы	%	ИСО 6245	—	0,01	—	0,01
Объемная доля воды	%	ИСО 3733	—	—	—	0,3
Массовое содержание осадка	%	ИСО 10307-1	—	—	—	0,10
Массовая доля сероводорода	мг/кг	IP 570	—	2,00	—	2,00
Кислотное число	мгKOH/г	ASTM D664	—	0,5	—	0,5

Окончание таблицы 18

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Топливо ИСО-F-DMA		Топливо ИСО-F-DMB	
			мин.	макс.	мин.	макс.
Температура помутнения	°C	ИСО 3015	—	—	—	—
Смазывающая способность, приведенный диаметр пятна износа (wsd 1.4) при 60 °C[b]	мкм	ИСО 12156-1	—	520	—	520
Визуальная оценка	—	ИСО 8217	Светлое и прозрачное		[a]	
Цетановый индекс		ИСО 4264	45	—	40	—
Плотность при 15 °C	кг/м^3	ИСО 3675	—	—	—	890,0
Температура вспышки	°C	ИСО 2719	43		60	
Температура помутнения	°C	ИСО 3015		Минус 16		
Температура застывания	°C	ИСО 3016				
Зимнее	°C		—	—	—	Минус 6
Летнее	°C		—	0	—	6
Кинематическая вязкость при 40 °C	мм^2/с	ИСО 3104	2,00	5,50	3,00	6,00
Массовая доля серы	%	ИСО 8754	—	1,00	—	1,50
Коксуемость 10 % остатка перегонки (микрометод)	%	ИСО 10370		0,30		0,30
Коксовый остаток (микрометод)	%	ИСО 10370	—	—	—	2,50
Массовая доля золы	%	ИСО 6245	—	0,1	—	0,1
Объемная доля воды	%	ИСО 3733	—	—	—	0,3
Массовая доля осадка	%	ИСО 10307-1	—	—	—	0,0
Массовая доля сероводорода	мг/кг	IP 570	—	2,0	—	2,0
Кислотное число	мгKOH/г	ASTM D664	—	0,5	—	0,5
Температура помутнения	°C	ИСО 3015	Минус 16	—	—	—
Смазывающая способность, приведенный диаметр пятна износа (wsd 1,4) при 60 °C[b]	мкм	ИСО 12156-1	—	520	—	520
Визуальная оценка	—	ИСО 8217	Светлое и прозрачное		Светлое и прозрачное	

[a] См. ИСО 8217:2010, пункт 7.6.
[b] Данное требование относится к топливам с содержанием серы менее 500 мг/кг (0,05 % по массе).

Источник: ИСО 8217:2010.

Таблица 19 — Дистиллятное топливо. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Результат измерения
Цетановое число	1	ИСО 5165	
Плотность при 15 °С	кг/л	ИСО 3675	
Температура вспышки	°С	ИСО 2719	
Температура застывания	°С	ИСО 3016	
Температура помутнения	°С	ИСО 3015	
Кинематическая вязкость при 40 °С	$мм^2/с$	ИСО 3104	
Массовая доля серы	%	ИСО 8754	
Коксуемость 10 % остатка перегонки (микрометод)	%	ИСО 10370	
Коксовый остаток (микрометод)	%	ИСО 10370	
Массовая доля золы	%	ИСО 6245	
Массовая доля воды	%	ИСО 3733	
Массовая доля осадка	%	ИСО 10307-1	
Массовая доля сероводорода	мг/кг	IP 570	
Кислотное число	мгKOH/г	ASTM D664	
Температура помутнения	°С	ИСО 3015	
Смазывающая способность, приведенный диаметр пятна износа (wsd 1,4) при 60 °С[a]	мкм	ИСО 12156-1	
Визуальная оценка	—	ИСО 8217	
Элементный анализ[b]			
Массовая доля углерода	%		
Массовая доля водорода	%	ASTM D 3343	
Массовая доля азота	%		
Массовая доля кислорода	%		

[a] См. пункт 5.
[b] Данное требование относится к топливам с содержанием серы менее 500 мг/кг (0,05 % по массе).

6.6 Мазут

Ввиду отсутствия эталонного мазута рекомендуется пользоваться топливом, отвечающим требованиям ИСО 8217 (см. таблицу 20).

В тех случаях, когда испытания приходится проводить на тяжелом топливе, свойства такого топлива должны соответствовать ИСО 8216-1 и ИСО 8217. Свойства топлива, в том числе результаты его химического анализа, должны быть определены и включены в отчет по результатам измерения содержания вредных выбросов. В таблице 21 приведен универсальный перечень анализов топлива, результаты которых должны включаться в отчет.

Влияние качества сгорания на характеристики вредных выбросов, в особенности NO_x, зависит от параметров двигателя, его скорости и нагрузки; в ряде случаев это влияние может быть весьма заметным. В настоящее время общепризнанна необходимость создания стандартной методики для экспериментального определения показателя качества топлива, подобного цетановому индексу для чисто дистиллятных топлив. Расчеты на основании фракционного состава топлива в этом случае не применимы.

Лучшими из известных в настоящее время способов приближенной оценки являются вычисления CCAI (Calculated Carbon Aromaticity Index — индекс ароматичности) или CII (Calculated Ignition Index — индекс воспламеняемости). Формулы для расчетов CCAI и CII приведены в А.3.2.

Еще один метод, проходящий в настоящее время экспериментальную проверку, заключается в использовании анализатора сгорания топлива (fuel combustion analyser — FCA). Качество зажигания определяется двумя показателями — задержка воспламенения и задержка начала горения основного топлива (оба параметра приводятся в миллисекундах).

Используя калибровочное топливо, можно пересчитать задержку самовоспламенения в цетановое число, зависящее от конкретного используемого анализатора. Кроме того, определяется скорость тепловыделения (rate of heat release — ROHR), характеризующая реальный процесс тепловыделения, и тем самым характеристики горения испытываемого топлива.

Результаты испытаний отражают разницу в характеристиках самовоспламенения и сгорания топлив для судовых двигателей, обусловленную различием их химического состава. В настоящее время целый ряд тяжелых топлив проходит испытания, целью которых является установление зависимости между результатами данных испытаний и характеристиками самовоспламенения топлива, а также нахождение корреляции между результатами испытаний и показателями работы двигателя. При этом совместно с двигателестроителями, лабораториями по испытаниям топлив и организациями, использующими судовые мазуты, ведется работа по определению типичных предельных значений параметров воспламенения и сгорания топлива, превышение которых может нарушить нормальную работу двигателя. Результаты проведенных испытаний опубликованы в документе CIMAC «Руководство по квалификации топлив — самовоспламенение и сгорание» (Fuel Quality Guide — Ignition and Combustion).

Таблица 20 — Мазут. Топливо для испытаний класса F по ИСО

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Допустимое значение	Категория ИСО -F-										
				RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK		
				10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700
Плотность при 15 °С	кг/м^3	ИСО 3675	макс.	920,0	960,0	975,0	991,0	991,0				1010,0		
Кинематическая вязкость при 50 °С	мм^2/с	ИСО 3104	макс.	10,00	30,00	80,00	180,00	180,0	380,0	500,0	700,0	380,0	500,0	700,0
Температура вспышки	°С	ИСО 2719	мин.	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0				60,0		
Температура застывания (верхнее значение)	°С	ИСО 3016												
Зимнее			макс.	0	0	30	30	30				30		
Летнее			макс.	6	6	30	30	30				30		
CCAI	—	[a]	макс.	850	860	860	860	870				870		
Массовая доля серы	%	ИСО 8754	макс.		Нормативные требования[b]									
Массовое содержание коксового остатка, микрометод	%	ИСО 10370	макс.	2,50	10,00	14,00	15,00	18,00				20,00 0,150		
Массовая доля золы	%	ИСО 6245	макс.	0,040	0,070	0,070	0,070	0.100				0,50		
Объемная доля воды	%	ИСО 3733	макс.	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50				0,10		
Массовая доля осадка	%	ИСО 10307-2	макс.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				0,10		

Окончание таблицы 20

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний	Допустимое значение	Категория ИСО -F-										
				RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK		
				10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700
Массовая доля алюминия и кремния	мг/кг	ИСО 10478	макс.	25	49	49	50	60				60		
Массовая доля ванадия	мг/кг	ИСО 14597	макс.	50	150	150	150	350				450		
Массовая доля сероводорода	мг/кг	IP 570	макс.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				2,00		
Кислотное число	мгKOH/г	ASTMD664	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				2,5		
Отработанное смазочное масло (ULO):	мг/кг	IP 501			Присутствие ULO в топливе не допускается. Топливо считается загрязненным ULO в случае выполнения любого из следующих двойных условий:									
Кальций и цинк или					Кальций > 30 и цинк > 15 или									
Кальций и фосфор					Кальций > 30 и фосфор > 15									

[a] См. ИСО 8217:2010, пункт 6.3 а) и приложение F.
[b] См. ИСО 8217:2010, пункт 7.2 и приложение С.

Источник: ИСО 8217:2010.

Таблица 21 — Мазут. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
CCAI[b]	1		
Плотность при 15 °С	кг/л	ИСО 3675	
Температура вспышки	°С	ИСО 2719	
Температура застывания	°С	ИСО 3016	
Кинематическая вязкость при 50 °С	$мм^2/с$	ИСО 3104	
Массовая доля серы	%	ИСО 8754 ИСО 4260	
Коксовоый остаток по методу Конрадсона (10 % DR)	%	ИСО 6615 ИСО 10370	
Массовая доля золы	%	ИСО 6245	
Объемная доля воды	%	ИСО 3733	
Массовая доля осадка	%	ИСО 10307-2	
Массовая доля алюминия и кремния	мг/кг	ИСО 10478	
Массовая доля ванадия	мг/кг	ИСО 8691	
Массовая доля сероводорода	мг/кг	IP 570	
Кислотное число	мг KOH/г	ASTM D 664	
Элементный анализ[c]			
Массовая доля углерода	%		

Окончание таблицы 21

Характеристика	Единица измерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Массовая доля водорода	%	ASTM D 3343	
Массовая доля азота	%		
Массовая доля кислорода	%		

[a] Укажите использованный метод.
[b] CCAI — индекс ароматичности (см. пункт А.3.2).
[c] См. пункт 5.

6.7 Сырая нефть

Эталонные виды сырой нефти как топлива отсутствуют.

Если для испытаний приходится использовать сырую нефть, ее свойства, включая результаты химического анализа, должны быть определены и включены в отчет по результатам измерения содержания вредных выбросов.

Рекомендуемый перечень свойств, включаемых в отчет, приведен в таблице 22.

Таблица 22 — Сырая нефть. Универсальный перечень анализов

Характеристика	Единица змерения	Метод испытаний[a]	Результат измерения
Плотность при 15 °С	кг/л	ИСО 3675	
Кинематическая вязкость при 10 °С	мм^2/с	ИСО 3104 ИСО 3105	
Массовая доля серы	%	ИСО 8754	
Температура застывания	°С	ИСО 3016	
Упругость паров по Рейду	бар	ИСО 3007	
Массовая доля воды	%	ИСО 3733	

[a] Укажите использованный метод.

6.8 Альтернативные топлива

При использовании альтернативных топлив должны быть определены и включены в отчет по испытаниям данные химического анализа, приведенные в спецификации топлива его производителем.

Примечание — Требования к метиловым эфирам жирных кислот (FAME) приведены в стандарте ЕН 14214.

6.9 Требования и дополнительная информация

При определении свойств топлив следует пользоваться международными стандартами, если таковые существуют.

В приложении В перечислены стандарты, выпущенные организациями по стандартизации, которые могут быть использованы наряду с международными стандартами. Следует иметь в виду, что национальные стандарты не всегда полностью совпадают с соответствующими международными стандартами.

При наличии в топливе, используемом при испытаниях, дополнительных присадок, эти присадки и их свойства должны быть приведены и отмечены в отчете об испытаниях.

В случае использования впрыска воды во впускной тракт это обстоятельство должно быть отмечено и принято во внимание при расчетах выбросов.

Приложение А
(справочное)

Расчет коэффициентов, зависящих от вида топлива

А.1 Коэффициенты, зависящие от вида топлива

Эти коэффициенты используют при пересчете «влажной» концентрации на «сухую» концентрацию в соответствии с пунктом 14.3 ИСО 8178-1:2006.

$$c_w = k_w \cdot c_d. \tag{A.1}$$

Коэффициент поправки на влажность для неразбавленных отработавших газов k_{wr} используют для пересчета концентраций, измеренных в сухом состоянии, на стандартную влажность. k_{wr} выражает также соотношение между объемами отработавших газов в сухом и влажном состоянии:

$$k_{wr} = \frac{c_{gasw}}{c_{gasd}} = \frac{q_{ved}}{q_{vew}} = 1 - \frac{q_{vH_2O}}{q_{vew}}. \tag{A.2}$$

Коэффициент поправки на влажность при полном сгорании k_{wr1} находят по формуле

$$k_{wr1} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \cdot H_a + 111{,}19 \cdot w_{ALF} \cdot \frac{q_{mf}}{q_{mad}} - 773{,}4 \cdot \frac{p_r}{p_b}}{773{,}4 + 1{,}2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \cdot f_{fw} \cdot 1000} \right). \tag{A.3}$$

Постоянную f_{fw}, зависящую от вида топлива (удельное изменение объема рабочего тела при его прохождении через газовоздушный тракт от всасывающего ресивера до выпускного коллектора в м^3 на кг топлива), рассчитывают по формуле

$$f_{fw} = 0{,}055594 \cdot w_{ALF} + 0{,}0080021 \cdot w_{DEL} + 0{,}0070046 \cdot w_{EPS}. \tag{A.4}$$

Постоянную f_{fd}, зависящую от вида топлива [удельное изменение объема рабочего тела при его прохождении через газовоздушный тракт от всасывающего ресивера до выпускного коллектора (сухой газ) в м^3 на кг топлива], рассчитывают по формуле

$$f_{fd} = -0{,}055593 \cdot w_{ALF} + 0{,}008002 \cdot w_{DEL} + 0{,}0070046 \cdot w_{EPS}. \tag{A.5}$$

Коэффициенты, зависящие от вида топлива, приведены в таблице А.1 (для некоторых конкретных видов топлива).

Кроме того, в таблице А.1 приводятся значения f_{fh} для различных видов топлива. В настоящей части ИСО 8178 и в ИСО 8178-1:2006 данная величина более не используется, поскольку она зависит не только от вида топлива, но и в некоторой степени от коэффициента избытка воздуха.

Таблица А.1 — Коэффициенты, зависящие от вида топлива (для некоторых конкретных видов топлива)

Топливо		Состав		Параметры вида топлива, не зависящие от EAF		EAF	Для сухого воздуха на всасывании				
		% масс.	Молярное отношение				Плотность выпускных газов		k_{wr}	M_{rew} г/моль	f_{fh}
							кг/м^3 влажн.	кг/м^3 сух.			
Дизельное	H	13,50	1,860 0	A/F_{st}	14,550 7	1,00	1,295 5	1,365 7	0,882 5	29,023	1,818 4
	C	86,49	1,000 0	f_{fw}	0,750 5	1,35	1,294 8	1,345 9	0,913 5	29,009	1,848 3
	S	0,001	0,000 0	f_{fd}	–0,750 4	2,00	1,294 3	1,328 1	0,943 2	28,996	1,877 0
	N	0,00	0,000 0	k_f	208,691 7	3,00	1,293 8	1,316 1	0,964 3	28,987	1,897 4

Продолжение таблицы А.1

Топливо		Состав		Параметры вида топлива, не зависящие от EAF		EAF	Для сухого воздуха на всасывании				
		% масс.	Молярное отношение				Плотность выпускных газов		k_{wr}	M_{rew} г/моль	f_{fh}
							кг/м^3 влажн.	кг/м^3 сух.			
Дизельное	O	0,00	0,000 0	M_{rf}	13,887 2	4,00	1,293 6	1,310 3	0,975 1	28,982	1,907 8
						5,00	1,293 5	1,306 8	0,981 6	28,979	1,914 1
FAME	H	12,00	1,852 3	A/F_{st}	12,504 8	1,00	1,296 8	1,369 2	0,879 3	29,053	1,601 1
	C	77,20	1,000 0	f_{fw}	0,742 8	1,35	1,295 9	1,348 5	0,910 9	29,032	1,631 3
	S	0,00	0,000 0	f_{fd}	–0,591 4	2,00	1,295 0	1,329 9	0,941 3	29,012	1,660 4
	N	0,00	0,000 0	k_f	186,275 9	3,00	1,294 3	1,317 4	0,963 0	28,997	1,681 1
	O	10,80	1,105 0	M_{rf}	15,558 3	4,00	1,294 0	1,311 2	0,974 0	28,990	1,691 6
						5,00	1,293 8	1,307 5	0,980 7	28,985	1,698 0
Метанол	H	12,50	3,972 1	A/F_{st}	6,427 3	1,00	1,234 6	1,364 0	0,775 6	27,661	1,483 9
	C	37,50	1,000 0	f_{fw}	1,045 2	1,35	1,247 7	1,344 6	0,827 7	27,954	1,553 9
	S	0,00	0,000 0	f_{fd}	–0,344 6	2,00	1,261 0	1,327 2	0,880 7	28,252	1,625 1
	N	0,00	0,000 0	k_f	90,483 8	3,00	1,271 0	1,315 5	0,920 4	28,475	1,678 3
	O	50,00	1,001 0	M_{rf}	32,029 3	4,00	1,276 2	1,309 8	0,941 2	28,592	1,706 3
						5,00	1,279 4	1,306 4	0,954 0	28,664	1,723 5
Этанол	H	13,10	2,993 4	A/F_{st}	8,972 2	1,00	1,260 6	1,363 7	0,822 9	28,243	1,651 0
	C	52,15	1,000 0	f_{fw}	0,971 7	1,35	1,268 2	1,344 3	0,866 4	28,413	1,705 3
	S	0,00	0,000 0	f_{fd}	–0,484 8	2,00	1,275 7	1,327 1	0,909 4	28,581	1,759 0
	N	0,00	0,000 0	k_f	125,832 7	3,00	1,281 2	1,315 4	0,940 8	28,704	1,798 2
	O	34,75	0,500 2	M_{rf}	23,031 6	4,00	1,284 1	1,309 7	0,957 0	28,768	1,818 5
						5,00	1,285 8	1,306 3	0,966 9	28,806	1,830 9
Природный газ	H	19,30	3,795 2	A/F_{st}	13,479 5	1,00	1,242 1	1,341 0	0,823 1	27,829	2,479 9
	C	60,60	1,000 0	f_{fw}	1,231 9	1,35	1,254 3	1,327 7	0,867 1	28,100	2,549 8
	S	0,003	0,000 0	f_{fd}	–0,913 9	2,00	1,266 1	1,315 9	0,910 4	28,366	2,618 2
	N	18,20	0,257 5	k_f	146,221 7	3,00	1,274 8	1,308 0	0,941 7	28,559	2,667 9
	O	1,90	0,023 5	M_{rf}	19,820 1	4,00	1,279 2	1,304 2	0,957 8	28,658	2,693 4
						5,00	1,281 9	1,301 9	0,967 6	28,718	2,708 9
Пропан	H	18,30	2,669 2	A/F_{st}	15,642 3	1,00	1,268 9	1,354 4	0,852 2	28,429	2,425 3
	C	81,70	1,000 0	f_{fw}	1,017 4	1,35	1,274 8	1,337 4	0,890 2	28,560	2,475 1
	S	0,00	0,000 0	f_{fd}	–1,017 2	2,00	1,280 5	1,322 3	0,927 0	28,687	2,523 2
	N	0,00	0,000 0	k_f	197,133 9	3,00	1,284 5	1,312 3	0,953 2	28,778	2,557 6
	O	0,00	0,000 0	M_{rf}	14,701 3	4,00	1,286 6	1,307 4	0,966 6	28,824	2,575 1
						5,00	1,287 9	1,304 4	0,974 8	28,852	2,585 8

Окончание таблицы А.1

Топливо		Состав		Параметры вида топлива, не зависящие от EAF		EAF	Для сухого воздуха на всасывании				
		% масс.	Молярное отношение				Плотность выпускных газов		k_{wr}	M_{rew} г/моль	f_{fh}
							кг/м^3 влажн.	кг/м^3 сух.			
Бутан	H	17,30	2,492 8	A/F_{st}	15,415 0	1,00	1,274 1	1,356 6	0,858 1	28,545	2,300 0
	C	82,70	1,000 0	f_{fw}	0,961 8	1,35	1,278 7	1,339 1	0,894 8	28,648	2,345 4
	S	0,00	0,000 0	f_{fd}	–0,961 6	2,00	1,283 2	1,323 5	0,930 1	28,748	2,389 2
	N	0,00	0,000 0	k_f	199,546 8	3,00	1,286 4	1,313 0	0,955 4	28,819	2,420 5
	O	0,00	0,000 0	M_{rf}	14,523 6	4,00	1,288 0	1,307 9	0,968 3	28,855	2,436 5
						5,00	1,289 0	1,304 9	0,976 1	28,877	2,446 1
Бензин	H	12,20	1,694 4	A/F_{st}	13,940 1	1,00	1,302 1	1,369 0	0,889 3	29,173	1,647 1
	C	85,80	1,000 0	f_{fw}	0,692 3	1,35	1,299 9	1,348 3	0,918 7	29,122	1,673 3
	S	0,001	0,000 0	f_{fd}	–0,664 1	2,00	1,297 7	1,329 8	0,946 8	29,073	1,698 3
	N	0,00	0,000 0	k_f	207,026 8	3,00	1,296 2	1,317 3	0,966 8	29,038	1,716 1
	O	2,00	0,017 5	M_{rf}	13,998 8	4,00	1,295 4	1,311 1	0,976 9	29,021	1,725 2
						5,00	1,294 9	1,307 4	0,983 0	29,010	1,730 6
Водород	H	100,00		A/F_{st}	34,209 8	1,00	1,099 7	1,257 1	0,659 3	24,639	11,872 8
	C	0,00		*ffw*	5,559 4	1,35	1,143 1	1,268 2	0,737 6	25,610	12,432 5
	S	0,00		*ffd*	–5,558 6	2,00	1,187 2	1,277 2	0,817 1	26,598	13,001 6
	N	0,00		k_f	0,000 0	3,00	1,220 1	1,282 8	0,876 6	27,336	13,427 1
	O	0,00		M_{rf}	2,015 9	4,00	1,237 4	1,285 5	0,907 8	27,723	13,650 5
						5,00	1,248 1	1,287 1	0,927 0	27,962	13,788 2

А.2 Расчет состава топлива без проведения элементного анализа

В случаях, когда местные условия не позволяют провести элементный анализ топлива из-за недостатка времени и/или технических возможностей, можно воспользоваться методами, описанными в разделах А.2.1, А.2.2 и А.2.3, которые обеспечивают достаточную точность. Указанные методы рекомендуют для целей сертификации, однако в некоторых случаях они могут оказаться полезными также при расчете соотношения «водород/углерод» с использованием известных значений плотности топлива, а также содержания в нем серы и азота.

А.2.1 Метод 1

Этот метод, применяемый тогда, когда содержание в топливе серы и азота неизвестно, сводится к простой формуле

$$w_{ALF} = 26 - 15 \cdot \rho, \tag{А.6}$$

$$w_{BET} = 100 - w_{ALF}, \tag{А.7}$$

где ρ — плотность при 288 К (15 °С) в граммах на кубический сантиметр.

А.2.2 Метод 2

Этот метод опубликован в сборнике стандартов ASTM («Book of ASTM Standards») (июнь 1968 г.) под названием «Предлагаемый метод приближенного расчета нетто- и брутто- тепловыделения при сгорании топочного мазута и дизельного топлива».

В этой формуле предполагают известным содержание серы.

$$Z = \frac{(209,42 - 90,92 \cdot \rho)}{(107,606 - w_{GAM}) \cdot \rho - 17,546}, \tag{А.8}$$

$$w_{ALF} = \frac{(100 - w_{GAM}) \cdot 1{,}00794 \cdot Z}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot Z}, \quad (A.9)$$

$$w_{BET} = 100 - w_{ALF} - w_{GAM}, \quad (A.10)$$

где ρ — плотность топлива при 15 °С в граммах на кубический сантиметр.

Допускается также рассчитывать нетто-тепловыделение NHCV (net heat of combustion value) в мегаджоулях на килограмм:

$$NHCV = 2{,}326 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\left(11369{,}54 + \frac{6800{,}84}{\rho} - \frac{750{,}83}{\rho^2}\right) \cdot (1 - 0{,}01 \cdot w_{GAM}) + 43{,}7 \cdot w_{GAM}\right]. \quad (A.11)$$

А.2.3 Метод 3

Приводимые ниже формулы представляют собой модификацию формул, опубликованных Американским национальным бюро стандартов. Эти формулы более удобны для непосредственного применения. При этом ожидаемая погрешность составляет от минус 0,3 % до плюс 0,6 % по содержанию углерода и от минус 0,3 % до плюс 0,3 % по содержанию водорода. Установлено, что значения погрешностей находятся в указанных выше пределах для нефтяных топлив, плотность которых находится в диапазоне от 0,77 до 0,98 г/см^3. При определении содержания углерода в топливе с погрешностью в 1 % при расчете величины объема отработавших газов на основании измеренного содержания CO_2 ожидаемая погрешность около 1 %.

$$w_{ALF} = (26 - 15 \cdot \rho) \cdot \left[1 - 0{,}01 \cdot (w_{GAM} + w_{DEL})\right], \quad (A.12)$$

$$w_{BET} = 100 - (w_{ALF} + w_{GAM} + w_{DEL}), \quad (A.13)$$

где ρ — плотность при 288 К (15 °С) в граммах на кубический сантиметр.

А.3 Воспламеняемость

А.3.1 Область применения

Требования к показателям воспламеняемости судовых мазутов зависят от типа двигателя и режима его работы. Зависимость воспламеняемости топлива от его конкретного вида гораздо слабее. По этой причине невозможно сформулировать какие-либо нормативные показатели воспламеняемости, поскольку топливо, которое может вызывать проблемы при работе дизеля в неблагоприятных условиях, в целом ряде случаев может оказаться вполне удовлетворительным в других условиях. При необходимости следует запросить у изготовителя двигателя дополнительные инструкции в отношении того, какие значения показателей воспламеняемости можно считать приемлемыми.

А.3.2 Отклонения CII и CCAI

С помощью приведенных на рисунке А.1 номограмм можно определить индекс воспламеняемости (CII) или индекс ароматичности (CCAI) топлива, продлив прямую линию, соединяющую значения вязкости и плотности топлива, до пересечения со шкалами CII и CCAI; точки пересечения дадут соответствующие значения CII и CCAI. Эти величины могут быть использованы для классификации топлив по показателю воспламеняемости. Кроме того, они могут быть рассчитаны по следующим формулам:

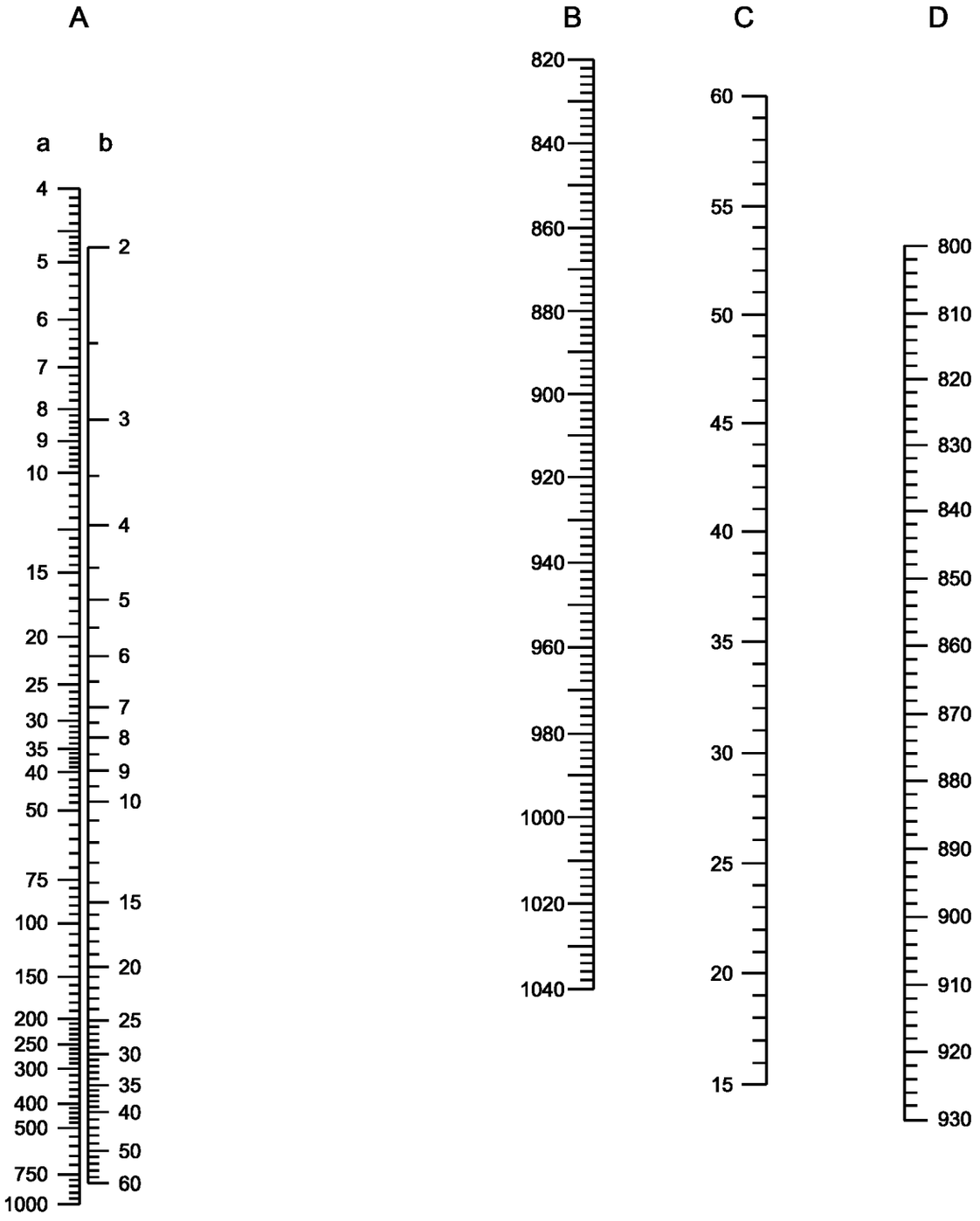
$$CII = (270{,}795 + 0{,}1038 \cdot T) - 0{,}25456 \cdot \rho + 23{,}708 \cdot \lg[\lg(v + 0{,}7)], \quad (A.14)$$

$$CCAI = \rho - 81 - 141 \cdot \lg[\lg(v + 0{,}85)] - 483 \cdot \lg\left(\frac{T + 273}{323}\right), \quad (A.15)$$

где T — температура в градусах Кельвина;

v — кинематическая вязкость при температуре T, выраженная в квадратных миллиметрах в секунду;

ρ — плотность при температуре 15 °С, выраженная в килограммах на кубический метр.



A — кинематическая вязкость в квадратных миллиметрах в секунду;
B — плотность при температуре 15 °C в килограммах на кубический метр;
C — CII; D — CCAI; a — при 50 °C; b — при 100 °C

Рисунок А.1 — Номограмма для определения расчетного индекса воспламеняемости (CII) и расчетного индекса ароматичности (CCAI)

Приложение В
(справочное)

Эквивалентные методы испытаний (не ИСО)

Международные стандарты, приведенные в данном приложении, не полностью эквивалентны ИСО, но могут считаться сопоставимыми.

Таблица В.1 — Сжиженный нефтяной газ

Характеристика	Метод испытаний по ИСО	Метод испытаний по ASTM	Метод испытаний по JIS
Состав	ИСО 7941	ASTM D 2163	JIS K 2240
Массовая доля серы	ИСО 4260	ASTM D 2784	JIS K 2240
Давление паров при 40 °С	ИСО 4256 ИСО 8973	ASTM D 1267 ASTM D 2598	JIS K 2240
Плотность при 15 °С	ИСО 3993 ИСО 8973	ASTM D 1657 ASTM D 2598	JIS K 2240

Таблица В.2 — Моторный бензин

Характеристика	Метод испытаний по ИСО	Метод испытаний по ASTM	Метод испытаний по CEN	Метод испытаний по JIS
Октановое число бензина по исследовательскому методу (RON)	ИСО 5164	ASTM D 2699	—	JIS K 2280
Октановое число бензина по моторному методу (MON)	ИСО 5163	ASTM D2700	—	JIS K 2280
Чувствительность (RON/MON)	ИСО 5163 ИСО 5164	ASTM D 2699 ASTM D2700	—	JIS K 2280 JIS K 2280
Плотность при 15 °С	ИСО 3675	ASTM D 1298	—	JIS K 2249
Упругость паров по Рейду	ИСО 3007	ASTM D 323	—	JIS K 2258
Фракционный состав	ИСО 3405	ASTM D 86	—	JIS K 2254
Состав углеводородов	ИСО 3837	ASTM D 1319	—	JIS K 2536
Массовая доля серы	ИСО 4260 ИСО 8754	ASTM D 1266 ASTM D 2622	EN 24260	JIS K 2541
Массовое содержание свинца	ИСО 3830	ASTM D 3341 ASTM D 3237	EN 237	JIS K 2255
Стойкость к окислению	ИСО 7536	ASTM D 525	—	JIS K 2287
Индукционный период				
Массовое содержание смол на 100 мл	ИСО 6246	ASTM D 381	—	JIS K 2261
Коррозия медной пластинки при 50 °С	ИСО 2160	ASTM D 130	—	

Таблица В.3 — Дистилляты и мазуты

Характеристика	Метод испытаний по ИСО	Метод испытаний по ASTM	Метод испытаний по CEN	Метод испытаний по JIS
Цетановое число	ИСО 5165	ASTM D 613	—	JIS K 2280

Окончание таблицы В.3

Характеристика	Метод испытаний по ИСО	Метод испытаний по ASTM	Метод испытаний по CEN	Метод испытаний по JIS
Цетановый индекс[a]	ИСО 5165	ASTM D 613	—	JIS K 2280
Плотность при 15 °С	ИСО 3675	ASTM D 1298	—	JIS K 2249
Фракционный состав	ИСО 3405	ASTM D 86	—	JIS K 2254
Температура вспышки (с применением прибора Мартенс-Пенского)	ИСО 2719	ASTM D 93	—	JIS K 2265
Температура помутнения	ИСО 3015	ASTM D 2500	—	JIS K 2269
Температура застывания	ИСО 3016	ASTM D 97	—	JIS K 2283
Вязкость	ИСО 3104 ИСО 3105	ASTM D 445	—	JIS K 2283
Массовая доля серы	ИСО 4260 ИСО 8754	ASTM D 1266 ASTM D 2622	EN 41	JIS K 2541
Коррозия медной пластинки Коксовый остаток[b]	ИСО 2160	ASTM D 130	—	JIS K 2513
Массовая доля золы	ИСО 6245	ASTM D 482	ИСО 6245	JIS K 2272
Массовая доля воды				
Фракционный состав	ИСО 3733	ASTM D 95	—	JIS K 2275
Метод Карла Фишера	ИСО 6296	ASTM D 1744	—	JIS K 2275

[a] См. таблицу В.5.
[b] См. таблицу В.4.

Таблица В.4 — Определение коксового остатка

Метод	ИСО	ASTM	JIS
Микрометод	ИСО 10370	ASTM D 4530	JIS K 2270
Метод Рамсботтома	ИСО 4262	—	—
Метод Конрадсона	ИСО 6615	ASTM D 189	JIS K 2270

Таблица В.5 — Методы определения качества воспламенения (расчетный цетановый индекс)

Число переменных	Метод ИСО	Метод ASTM	Метод IP[a]	Метод JIS
4	ИСО 4264	ASTM D 4737	IP 380	JIS K 2280
2	—	ASTM D 976	IP 364	—

[a] Институт нефти, Великобритания.

Таблица В.6 — Статистические методы

Метод ИСО	Метод ASTM	Метод JIS
ИСО 4259	ASTM D 3244	—

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального и международного стандарта
ISO 4264	NEQ	ГОСТ 27768—88 «Топливо дизельное. Определение цетанового индекса расчетным методом»
ISO 8178-1:2006	IDT	ГОСТ ISO 8178-1—2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах»
ISO 8216-1	NEQ	ГОСТ 28577.1—90 «Нефтепродукты. Топлива. (Класс F). Классификация. Часть 1. Категория топлив для морских двигателей» ГОСТ Р 54299—2010 (ИСО 8217:2010) «Топлива судовые. Технические условия» ГОСТ Р 52368—2005 (ЕН590:2009) «Топливо дизельное Евро. Технические условия» ГОСТ 305—2013 «Топливо дизельное. Технические условия»

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

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

Библиография

[1] ISO 1998-1:1998 Petroleum industry — Terminology — Part 1: Raw materials and products (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 1. Сырье и продукты)

[2] ISO 1998-2:1998 Petroleum industry — Terminology — Part 2: Properties and tests (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 2. Свойства и испытания)

[3] ISO 1998-3:1998 Petroleum industry — Terminology — Part 3: Exploration and production (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 3. Разведка месторождений и добыча)

[4] ISO 1998-4:1998 Petroleum industry — Terminology — Part 4: Refining (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 4. Переработка нефти)

[5] ISO 1998-5:1998 Petroleum industry — Terminology — Part 5: Transport, storage, distribution (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 5. Транспортировка, хранение, распределение)

[6] ISO 1998-6:2000 Petroleum industry — Terminology — Part 6: Measurement (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 6. Измерения)

[7] ISO 1998-7:1998 Petroleum industry — Terminology — Part 7: Miscellaneous terms (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 7. Разное)

[8] ISO 1998-99:2000 Petroleum industry — Terminology — Part 99: General and index (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 99. Общие положения и указатель)

[9] ISO 4259:2006 Petroleum products — Determination and application of precision data in relationto methods of test (Нефтепродукты. Определение и применение данных о прецизионности в отношении методов испытания)

[10] ISO 6251:1996 Liquefied petroleum gases — Corrosiveness to copper — Copper strip test (Газы сжиженные нефтяные. Коррозионное воздействие на медь. Испытание с применением медной полоски)

[11] ISO 6296:2000 Petroleum products — Determination of water — Potentiometric Karl Fischertitration method (Нефтепродукты. Определение содержания воды. Потенциометрический метод титрования Карла Фишера)

[12] ISO 8178-4:2007 Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 4: Steady-state test cycles for different engine applications (Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для различных режимов работы двигателей)

[13] ISO 8178-11:2006 Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 11: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions from engines used in nonroad mobile machinery under transient test conditions (Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 11. Стендовые измерения выбросов примесных газов и твердых частиц из двигателей, стоящих на внедорожниках, в неустановившихся условиях испытаний)

[14] ISO 8819:1993 Liquefied petroleum gases — Detection of hydrogen sulfide — Lead acetate method (Газы сжиженные нефтяные. Обнаружение сероводорода. Метод с применением ацетата свинца)

[15] ISO 12156-1:2006 Diesel fuel — Assessment of lubricity using the high-frequency reciprocating rig (HFRR) — Part 1: Test method (Топливо дизельное. Определение смазывающей способности на аппарате HFRR. Часть 1. Метод испытаний)

[16] ISO 12205:1995 Petroleum products — Determination of the oxidation stability of middledistillate fuels (Нефтяные жидкости. Определение стойкости к окислению средних дистиллятных топлив)

[17] ISO 12937:2000 Petroleum products — Determination of water — Coulometric Karl Fischertitration method (Нефтепродукты. Определение содержания воды. Метод кулонометрического титрования по Карлу Фишеру)

[18] ISO 14596:2007 Petroleum products — Determination of sulfur content — Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry (Нефтепродукты. Определение содержания серы. Рентгеновская флюоресцентная спектрометрия с дисперсией по длине волны)

[19] ISO 22854 Liquid petroleum products — Determination of hydrocarbon types and oxygenatesin automotive-motor gasoline and in ethanol (E85) automotive fuel — Multidimensional gas chromatography method [Нефтепродукты жидкие. Определение типов углеводородов и оксигенатов в автомобильном бензине и топливном этаноле (E85). Метод многомерной газовой хроматографии]

[20] ASTM D 86-11b Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure (Стандартный метод испытания для перегонки нефтепродуктов при атмосферном давлении)

[21] ASTM D 93-12 Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester (Стандартные методы определения температуры вспышки в закрытом тигле Пенски-Мартенса)

[22]	ASTM D 95-105 (1990)	Standard Test Method for Water in Petroleum Products and Bituminous Materialsby Distillation (Стандартные методы определения содержания воды в нефтепродуктах и битумных материалах путем перегонки)
[23]	ASTM D 97-11	Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products (Стандартный метод определения температуры застывания нефтепродуктов)
[24]	ASTM D 130-112	Standard Test Method for Corrosiveness to Copper from Petroleum Products by Copper Strip Test (Стандартный метод определения коррозии меди под действием нефтепродуктов по потускнению медной пластины)
[25]	ASTM D 189-06	Standard Test Method for Conradson Carbon Residue of Petroleum Products (Стандартный метод определения углеродистого остатка нефтепродуктов по Кондрадсону)
[26]	ASTM D 323-08	Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method) [Стандартный метод определения упругости паров нефтепродуктов (метод Рейда)]
[27]	ASTM D 381 -12	Standard Test Method for Gum Content in Fuels by Jet Evaporation (Стандартный метод определения содержания смол в топливах методом струйного выпаривания)
[28]	ASTM D 445-06	Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity) [Стандартный метод определения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей (и расчет динамической вязкости)]
[29]	ASTM D 482-07	Standard Test Method for Ash from Petroleum Products (Стандартный метод определения зольности нефтепродуктов)
[30]	ASTM D 525-12a	Standard Test Method for Oxidation Stability of Gasoline (Induction Period Method) [Стандартный метод определения стойкости бензина к окислению (метод индукционного периода)]
[31]	ASTM D 613-10a	Standard Test Method for Cetane Number of Diesel Fuel Oil (Стандартный метод определения цетанового числа дизельного топлива)
[32]	ASTM D 974-12	Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration (Стандартный метод определения кислотного и щелочного числа с помощью титрования с цветным индикатором)
[33]	ASTM D 976-06	Standard Test Method for Calculated Cetane Index of Distillate Fuels (Стандартный метод определения расчетного цетанового числа дистиллятного топлива)
[34]	ASTM D 1266-07	Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products (Lamp Method) [Стандартный метод определения содержание серы в нефтепродуктах (ламповый метод)]
[35]	ASTM D 1267-02 (2007)	Standard Test Method for Gage Vapor Pressure of Liquefied Petroleum (LP) Gases (LP-Gas Method) [Стандартный метод определения давления насыщенных паров сжиженных нефтяных газов (LPG-метод)]
[36]	ASTM D 1298-12b	Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method (Стандартный метод определения плотности, относительной плотности или плотности в градусах API сырой нефти и жидких нефтепродуктов ареометром)
[37]	ASTM D 1319-10	Standard Test Method for Hydrocarbon Types in Liquid Petroleum Products by Fluorescent Indicator Adsorption (Стандартный метод определения типов углеводородов в жидких нефтепродуктах с помощью флуоресцентной индикаторной адсорбции)
[38]	ASTM D 1657-12e1	Standard Test Method for Density or Relative Density of Light Hydrocarbons by Pressure Hydrometer (Стандартный метод определения плотности или относительной плотности легких углеводородов ареометром под давлением)
[39]	ASTM D 1837-11	Standard Test Method for Volatility of Liquefied Petroleum (LP) Gases [Стандартный метод определения летучести сжиженных нефтяных (LP) газов]
[40]	ASTM D 1838-12	Standard Test Method for Copper Strip Corrosion by Liquefied Petroleum (LP) Gases [Стандартный метод определения коррозии на медной пластине в сжиженных нефтяных (LP) газах]
[41]	ASTM D 1945-03	Standard Test Method for Analysis of Natural Gas by Gas Chromatography (Стандартный метод анализа природного газа с помощью газовой хроматографии)
[42]	ASTM D 2158-11	Standard Test Method for Residues in Liquefied Petroleum (LP) Gases [Стандартный метод определения содержания остатков в сжиженных нефтяных газах (LPG)]
[43]	ASTM D 2163-07	Test Method for Analysis for Liquefied Petroleum (LP) Gases and Propane concentrates by Gas Chromatography [Стандартный метод определения содержания углеводородов в сжиженных нефтяных газах (LP) и смесях пропана/пропилена с помощью газовой хроматографии]
[44]	ASTM D 2274-10	Standard Test Method for Oxidation Stability of Distillate Fuel Oil (Accelerated Method) [Стандартный метод определения окислительной стабильности дистиллятного топлива (ускоренный метод)]

[45]	ASTM D 2500-11	Standard Test Method for Cloud Point of Petroleum Products (Стандартный метод определения температуры помутнения нефтепродуктов)
[46]	ASTM D 2598- 02 (2007)	Standard Practice for Calculation of Certain Physical Properties of Liquefied Petroleum (LP) Gases from Compositional Analysis [Стандартная методика расчета некоторых физических свойств сжиженных нефтяных газов (LPG) с помощью химического анализа]
[47]	ASTM D 2622-10	Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry (Стандартный метод определения содержания серы в нефтепродуктах с помощью волновой дисперсионной рентгеновской флуоресцентной спектрометрии)
[48]	ASTM D 2699-12	Standard Test Method for Research Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel (Стандартный исследовательский метод определения октанового числа топлива двигателя с искровым зажиганием)
[49]	ASTM D 2700-12	Standard Test Method for Engine Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel (Стандартный моторный метод определения октанового числа топлива двигателя с искровым зажиганием)
[50]	ASTM D 2713-12	Standard Test Method for Dryness of Propane (Valve Freeze Method) [Стандартный метод определения сухости пропана (метод замораживания клапана)]
[51]	ASTM D 2784-06	Standard Test Method for Sulfur in Liquefied Petroleum Gases (Oxy-Hydrogen Burner or Lamp) (Стандартный метод определения содержания серы в сжиженных нефтяных газах сжиганием в кислородно-водородной горелке или в лампе)
[52]	ASTM D 3231 -11	Standard Test Method for Phosphorus in Gasoline (Стандартный метод определения содержания фосфора в бензине)
[53]	ASTM D 3237-12	Standard Test Method for Lead in Gasoline by Atomic Absorption Spectroscopy (Стандартный метод определения содержания свинца в бензине с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии)
[54]	ASTM D 3244-07a	Standard Practice for Utilization of Test Data to Determine Conformance with Specifications (Порядок использования результатов испытаний для определения соответствия продукта техническим требованиям)
[55]	ASTM D 3341-05	Standard Test Method for Lead in Gasoline-Iodine Monochloride Method (Стандартный метод определения содержания свинца в бензине с помощью хлористого йода)
[56]	ASTM D 3343-05	Standard Test Method for Estimation of Hydrogen Content of Aviation Fuels (Стандартный метод оценки содержания водорода в авиационных топливах)
[57]	ASTM D 3606-10	Standard Test Method for Determination of Benzene and Toluene in Finished Engine and Aviation Gasoline by Gas Chromatography (Стандартный метод определения содержания бензола и толуола в товарном моторном и авиационном бензине с помощью газовой хроматографии)
[58]	ASTM D 4530-10	Standard Test Method for Determination of Carbon Residue (Micro Method) [Стандартный метод определения коксового остатка (метод микроуглеродного остатка)]
[59]	ASTM D 4737-10	Standard Test Method for Calculated Cetane Index by Four Variable Equation (Стандартный метод определения расчетного цетанового индекса с помощью уравнения с четырьмя переменными)
[60]	ASTM D 5186-03	Standard Test Method for Determination of Aromatic Content and Polynuclear Aromatic Content of Diesel Fuels and Aviation Turbine Fuels by Supercritical Fluid Chromatography (Стандартный метод определения содержания ароматических соединений и полициклических ароматических углеводородов в дизельных и авиационных турбинных топливах с помощью сверхкритической жидкостной хроматографии)
[61]	ASTM D 5191-12	Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Mini Method) [Стандартный метод определения упругости паров нефтепродуктов (мини-метод)]
[62]	ASTM D 5580-02 (2007)	Standard Test Method for Determination of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, p/m-Xylene, o-Xylene, C9 and Heavier Aromatics, and Total Aromatics in FinishedGasoline by Gas Chromatography (Стандартный метод испытаний для определения концентрации бензола, толуола, этилен бензола, п/м-ксилола, о-ксилола, С9 и более высокомолекулярных ароматических соединений, а также общего содержания ароматических соединений в конечном бензине, с помощью газовой хроматографии)
[63]		California Code of Regulations, Title 13, Division 3 (Свод законов Калифорнии, раздел 13, часть 3)
[64]		CEC, Reference fuels manual (Руководство по эталонным топливам)
[65]	CEC F-06-A-96	Measurement of Diesel Fuel Lubricity — Approved Test Method, HFRR FuelLubricity Test (Определение смазывающей способности дизельного топлива. Утвержденный метод испытаний. Определение смазывающей способности с помощью HFRR)

[66]		Code of Federal Regulations, Title 40, 86.113-94 (Свод федеральных нормативных актов, раздел 40, 86.113-94)
[67]		Code of Federal Regulations, Title 40, 86.1313-98 (Свод федеральных нормативных актов, раздел 40, 86.1313-98)
[68]		Code of Federal Regulations, Title 40, Part 1065 Engine Testing Procedures (Свод федеральных нормативных актов, раздел 40, 86.1313-2007)
[69]		Code of Federal Regulations, Title 40, Part 1065 Engine Testing Procedures (Свод федеральных нормативных актов, раздел 40, часть 1065. Методы испытания двигателей)
[70]	EN 228:2004	Automotive fuels — Unleaded petrol — Requirements and test methods (Автомобильное топливо. Неэтилированный бензин. Технические требования и методы испытаний)
[71]	EN 237:2004	Liquid petroleum products — Petrol — Determination of low lead concentrations byatomic absorption spectrometry (Нефтепродукты жидкие. Бензин. Определение минимального содержания свинца методом атомно-абсорбционной спектрометрии)
[72]	EN 589:2004	Automotive fuels — LPG — Requirements and test methods (Автомобильное топливо. LPG. Технические требования и методы испытаний)
[73]	EN 590:2004	Automotive fuels — Diesel — Requirements and test methods (Автомобильное топливо. Дизельное топливо. Технические требования и методы испытаний)
[74]	EN 1601:1997	Liquid petroleum products — Unleaded petrol — Determination of organic oxygenate compounds and total organically bound oxygen content by gas chromatography (O-FID) [Нефтепродукты жидкие. Неэтилированный бензин. Определение органических кислородсодержащих соединений и общего содержания органически связанного кислорода методом газовой хроматографии с использованием пламенно-ионизационного детектора по кислороду (O-FID)]
[75]	EN 12177:2000	Liquid petroleum products — Unleaded petroleum — Determination of benzene content by gas chromatography (Нефтепродукты жидкие. Неэтилированный бензин. Определение содержания бензола методом газовой хроматографии)
[76]	EN 12916:2006	Petroleum products — Determination of aromatic hydrocarbon types in middle distillates — High performance liquid chromatography method with refractive index detection (Нефтепродукты жидкие. Неэтилированный бензин. Определение типов ароматических углеводородов в средних дистиллятах. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием по коэффициенту рефракции)
[77]	EN 13016-1:2007	Liquid petroleum products — Vapour pressure — Part 1: Determination of air saturated vapour pressure (ASVP) and calculated dry vapour pressure equivalent (DVPE) [Нефтепродукты жидкие. Давление пара. Часть 1. Определение давления пара, насыщенного воздухом (ASVP), и вычисленный эквивалент давления сухого пара (DVPE)]
[78]	EN 14214:2003	Automotive fuels — Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines — Requirements and test methods [Автомобильное топливо. Метиловые эфиры жирных кислот (FAME) для дизельных двигателей. Общие технические требования и методы испытаний]
[79]	EN 24260:1994	Methods of test for petroleum and its products — Petroleum products and hydrocarbons — Determination of sulfur content — Wickbold combustion method (Методы определения содержания нефти и нефтепродуктов. Нефтепродукты и углеводороды. Определение содержания серы. Метод сжигания по Викбольду)
[80]	IP 364/84	Petroleum and its products — Part 364: Calculated cetane index of diesel fuels (range below 55) [Нефть и нефтепродукты. Часть 364. Расчетный цетановый индекс дизельного топлива (в диапазоне менее 55)]
[81]	IP 380:98	Petroleum and its products — Part 380: Calculation of the cetane index of middle distillate fuels by the four-variable equation (Нефть и нефтепродукты. Расчет цетанового индекса средне-дистиллятых топлив с помощью уравнения с четырьмя переменными)
[82]	JIS K 2202:2007	Engine gasoline (Моторный бензин)
[83]	JIS K 2204:2007	Diesel fuel (Дизельное топливо)
[84]	JIS K 2240:2007	Liquefied petroleum gases (Сжиженный нефтяной газ)
[85]	JIS K 2249:1995	Crude petroleum and petroleum products — Determination of density and petroleum measurement tables based on a reference temperature (15 centigrade degrees) [Сырая нефть и нефтепродукты. Определение плотности и таблицы измерения свойств нефти при стандартной температуре (15 градусов по Цельсию)]
[86]	JIS 2254:1998	Petroleum products — Determination of distillation characteristics (Нефтепродукты. Определение фракционного состава)
[87]	JIS 2255:1995	Petroleum products — Gasoline — Determination of lead content (Нефтепродукты. Бензин. Определение содержания свинца)
[88]	JIS K 2258:1998	Crude oil and petroleum products — Determination of vapour pressure — Reid method (Сырая нефть и нефтепродукты. Определение давления паров. Метод Рейда)

[89] JIS K 2261:2000 Petroleum products — Engine gasoline and aviation fuels — Determination of existent gum — Jet evaporation method (Нефтепродукты. Моторный бензин и авиационное топливо. Определение содержания смол. Метод струйного выпаривания)

[90] JIS K 2265-1:2007 Determination of flash point — Part 1: Tag closed cup method (Определение температуры вспышки. Часть 1. Метод определения температуры вспышки в аппарате Тага с закрытым тиглем)

[91] JIS K 2265-2:2007 Determination of flash point — Part 2: Rapid equilibrium closed cup method (Определение температуры вспышки. Часть 2. Ускоренный метод определения температуры вспышки в равновесных условиях в закрытом тигле)

[92] JIS K 2265-3:2007 Determination of flash point — Part 3: Pensky-Martens closed cup method (Определение температуры вспышки. Часть 3. Метод закрытого тигля Пенски-Мартенса)

[93] JIS K 2265-4:2007 Determination of flash points — Part 4: Cleveland open cup method (Определение температуры вспышки. Часть 4. Метод открытого тигля Кливленда)

[94] JIS K 2269:1987 Testing methods for pour point and cloud point of crude oil and petroleum products (Методы определения точки застывания и температуры помутнения нефти и нефтепродуктов)

[95] JIS K 2270:2000 Crude petroleum and petroleum products — Determination of carbon residue (Нефть сырая и нефтепродукты. Метод определения коксового остатка)

[96] JIS K 2272:1998 Crude oil and petroleum products — Determination of ash and sulfated ash (Нефть сырая и нефтепродукты. Методы определения содержания золы и сульфированной золы)

[97] JIS K 2275:1996 Crude oil and petroleum products — Determination of water content (Нефть сырая и нефтепродукты. Методы определения содержания воды)

[98] JIS K 2280:1996 Petroleum products — Fuels — Determination of octane number, cetane number and calculation of cetane index (Нефтепродукты. Топливо. Методы определения октанового числа, цетанового числа и расчета цетанового индекса)

[99] JIS K 2283:2000 Crude petroleum and petroleum products — Determination of kinematic viscosity and calculation of viscosity index from kinematic viscosity (Нефть сырая и нефтепродукты. Метод определения кинематической вязкости и расчет индекса вязкости по кинематической вязкости)

[100] JIS K 2287:1998 Gasoline — Determination of oxidation stability — Induction period method (Бензин. Определение устойчивости к окислению. Метод индукционного периода)

[101] JIS K 2288:2000 Petroleum products — Diesel fuel — Determination of cold filter plugging point (Нефтепродукты. Топливо дизельное. Определение предельной температуры фильтруемости)

[102] JIS K2513:2000 Petroleum products — Corrosiveness to copper — Copper strip test (Нефтепродукты. Коррозионное воздействие на медь. Испытание с применением медной пластинки)

[103] JIS K 2536-1:2003 Liquid petroleum products — Testing method of components — Part 1: Fluorescent indicator adsorption method (Нефтепродукты жидкие. Метод определения содержания компонентов Часть 1. Метод флуоресцентной индикаторной адсорбции)

[104] JIS K 2536-2:2003 Liquid petroleum products — Testing method of components — Part 2: Determination of total components by gas chromatography (Нефтепродукты жидкие. Метод определения содержания продуктов. Часть 2. Определение общего содержания продуктов методом газовой хроматографии)

[105] JIS K 2536-3:2003 Liquid petroleum products — Testing method of components — Part 3: Determination of aromatic components by gas chromatography (Нефтепродукты жидкие. Метод определения содержания продуктов. Часть 3. Определение содержания ароматических компонентов методом газовой хроматографии)

[106] JIS K 2536-4:2003 Liquid petroleum products — Testing method of components — Part 4: Determination of components by tandem type gas chromatography (Нефтепродукты жидкие. Метод определения содержания продуктов. Часть 4. Определение содержания продуктов методом тандемной газовой хроматографии)

[107] JIS K 2536-5:2003 Liquid petroleum products — Testing method of components — Part 5: Determination of oxygenate compounds by gas chromatography (Нефтепродукты жидкие. Метод определения содержания продуктов. Часть 5. Определение содержания оксигентатов методом газовой хроматографии)

[108] JIS K 2536-6:2003 Liquid petroleum products — Testing method of components — Part 6: Determination of oxygen content and oxygenate compounds by gas chromatography and oxygen selective detection (Нефтепродукты жидкие. Метод определения содержания продуктов. Часть 6. Определение содержания кислорода и оксигентатов методами газовой хроматографии и селективного обнаружения кислорода)

[109] JIS K 2541-1:2003 Crude oil and petroleum products — Determination of sulfur content — Part 1: Wickbold combustion method (Нефть сырая и нефтепродукты. Методы определения содержания серы. Часть 1. Метод сжигания по Викбольду)

[110] JIS K 2541-2:2003 Crude oil and petroleum products — Determination of sulfur content — Part 2: Oxidative microcoulometry (Нефть сырая и нефтепродукты. Методы определения содержания серы. Часть 2. Метод окислительной микрокулонометрии)

[111] JIS K 2541-6:2003 Crude oil and petroleum products — Determination of sulfur content — Part 6: Ultraviolet fluorescence method (Нефть сырая и нефтепродукты. Методы определения содержания серы. Часть 6. Метод ультрафиолетовой флуоресценции)

[112] JIS K 2541-7:2003 Crude oil and petroleum products — Determination of sulfur content — Part 7: Wavelength-dispersive X-ray fluorescence method (Нефть сырая и нефтепродукты. Методы определения содержания серы. Часть 7. Метод энергодисперсионной рентгеновской флуоресценции)

[113] JIS K 2301:1992 Fuel gases and natural gas — Methods for chemical analysis and testing (Газовое топливо и природный газ. Методы химического анализа и испытаний)

[114] JPI-5S-49-97 Japan Petroleum Institute Standard, Hydrocarbon Type Testing Method for Petroleum Products using High Performance Liquid Chromatography (Стандарт Японского нефтехимического института. Метод тестирования нефтепродуктов на содержание углеводородов различных типов с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии)

[115] ISO 2160:1998 Petroleum products — Corrosiveness to copper — Copper strip test (Нефтепродукты. Коррозионное воздействие на медь. Испытание с помощью медной пластинки)

[116] ISO 2719:2002 Determination of flash point — Pensky-Martens closed cup method (Нефтепродукты. Определение температуры вспышки в закрытом тигле Пенски-Мартенса)

[117] ISO 3007:1999 Petroleum products and crude petroleum — Determination of vapour pressure — Reid method (Нефтепродукты и сырая нефть. Определение давления насыщенных паров. Метод Рейда)

[118] ISO 3015:1992 Petroleum products — Determination of cloud point (Нефтепродукты. Определение температуры помутнения)

[119] ISO 3016:1994 Petroleum product — Determination of pour point (Нефтепродукты. Определение температуры застывания)

[120] ISO 3104:1994 Petroleum products — Transparent and opaque liquids — Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity (Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости)

[121] ISO 3105:1994 Glass capillary kinematic viscometers — Specifications and operating instructions (Вискозиметры стеклянные капиллярные для определения кинематической вязкости. Технические условия и инструкции по эксплуатации)

[122] ISO 3405:2011 Petroleum products — Determination of distillation characteristics at atmospheric pressure (Нефтепродукты. Определение фракционного состава при атмосферном давлении)

[123] ISO 3675:1998 Crude petroleum and liquid petroleum products — Laboratory determination of density — Hydrometer method (Нефть сырая и жидкие нефтепродукты. Лабораторные методы определения плотности. Ареометрический метод)

[124] ISO 3733:1999 Petroleum products and bituminous materials — Determination of water — Distillation method (Нефтепродукты и битуминозные материалы. Определение содержания воды. Метод дистилляции)

[125] ISO 3735:1999 Crude petroleum and fuel oils — Determination of sediment — Extraction method (Нефть сырая и нефтяное топливо. Определение содержания осадка. Экстракционный метод)

[126] ISO 3830:1993 Petroleum products — Determination of lead content of gasoline — Iodine monochloride method (Нефтепродукты. Определение содержания свинца в бензине. Метод с применением хлористого йода)

[127] ISO 3837:1993 Liquid petroleum products — Determination of hydrocarbon types — Fluorescent indicator adsorption method (Нефтепродукты жидкие. Определение углеводородных групп. Метод адсорбционного флуоресцентного индикатора)

[128] ISO 3993:1984 Liquefied petroleum gas and light hydrocarbons — Determination of density or relative density — Pressure hydrometer method (Сжиженные нефтяной газ и легкие углеводороды. Определение плотности или относительной плотности. Метод с использованием ареометра давления)

[129] ISO 4256:1996 Liquefied petroleum gases — Determination of gauge vapour pressure — LPG method (Газы сжиженные нефтяные. Определение манометрического давления паров. Метод LPG)

[130] ISO 4260:1987 Petroleum products and hydrocarbons — Determination of sulfur content — Wickbold combustion method (Нефтепродукты и углеводороды. Определение содержания серы. Метод сжигания по Викбольду)

[131] ISO 4262:1993 Petroleum products — Determination of carbon residue — Ramsbottom method (Нефтепродукты. Определение коксового остатка. Метод Рамсботтома)

[132] ISO 5163:2005 Petroleum products — Determination of knock characteristics of engine and aviation fuels — Engine method (Нефтепродукты. Определение детонационных характеристик моторного и авиационного топлива. Моторный метод)

[133] ISO 5164:2005 Petroleum products — Determination of knock characteristics of engine fuels — Research Method (Нефтепродукты. Определение детонационных характеристик моторного топлива. Исследовательский метод)

[134] ISO 5165:1998 Petroleum products — Determination of the ignition quality of diesel fuels — Cetane engine method (Нефтепродукты. Определение воспламеняемости дизельного топлива. Цетановый моторный метод)

[135] ISO 6245:2001 Petroleum products — Determination of ash (Нефтепродукты. Определение зольности)

[136] ISO 6246:1995 Petroleum products — Gum content of light and middle distillate fuels — Jet evaporation method (Нефтепродукты. Определение содержания смол в легких и средних дистиллятах. Метод испарения струи)

[137] ISO 6326-5:1989 Natural gas — Determination of sulfur compounds — Part 5: Lingener combustion method (Газ природный. Определение содержания сернистых соединений. Часть 5. Метод сжигания по Лингенеру)

[138] ISO 6615:1993 Petroleum products — Determination of carbon residue — Conradson method (Нефтепродукты. Определение коксового остатка. Метод Конрадсона)

[139] ISO 6974 (все части) Natural gas — Determination of composition with defined uncertainty by gas Chromatography (Газ природный. Определение химического состава с заданной неопределенностью методом газовой хроматографии)

[140] ISO 7536:1994 Petroleum products — Determination of oxidation stability of gasoline — Induction period method (Нефтепродукты. Определение стабильности бензина к окислению. Метод индукционного периода)

[141] ISO 7941:1988 Commercial propane and butane — Analysis by gas chromatography (Пропан и бутан коммерческие. Анализ методом газовой хроматографии)

[142] ISO 8691:1994 Petroleum products — Low levels of vanadium in liquid fuels — Determination by flameless atomic absorption spectrometry after ashing (Нефтепродукты. Низкие уровни содержания ванадия в жидком топливе. Определение с помощью спектрометрического метода атомной абсорбции без пламени после озоления)

[143] ISO 8754:2003 Petroleum products — Determination of sulfur content — Energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry fluorescence spectrometry (Нефтепродукты. Определение содержания серы. Метод энергодисперсионной рентгеновской флуоресценции)

[144] ISO 8973:1997 Liquefied petroleum gases — Calculation method for density and vapour pressure (Сжиженный нефтяной газ. Метод расчета плотности и давления пара)

[145] ISO 10307-1 Petroleum products — Total sediment in residual fuel oils — Part 1: Determination by hot filtration (Нефтепродукты. Определение содержания общего осадка в остаточных жидких топливах. Часть 1. Метод горячей фильтрации)

[146] ISO 10307-2 Petroleum products — Total sediment in residual fuel oils — Part 2: Determination using standard procedures for ageing (Нефтепродукты. Общий осадок в топочных мазутах. Часть 2. Определение с использованием стандартных процедур старения)

[147] ISO 10370:1993 Petroleum products — Determination of carbon residue — Micro method (Нефтепродукты. Определение коксового остатка. Микрометод)

[148] ISO 10478:1994 Petroleum products — Determination of aluminium and silicon in fuel oils — Inductively coupled plasma emission and atomic absorption spectroscopy methods (Нефтепродукты. Определение содержания алюминия и кремния в жидком топливе. Методы эмиссии индуктивно связанной плазмы и атомно-абсорбционной спектроскопии)

[149] ISO 13757:1996 Liquefied petroleum gases — Determination of oily residues — Hightemperature method (Газы сжиженные нефтяные. Определение содержания маслянистых остатков. Высокотемпературный метод)

[150] ISO 14597:1997 Petroleum products — Determination of vanadium and nickel content — Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry (Нефтепродукты. Определение содержания ванадия и никеля. Рентгеновская флуоресцентная спектрометрия с дисперсией по длине волны)

[151] EN 116:1997 Diesel and domestic heating fuels — Determination of cold filter plugging point (Топливо жидкое для дизелей и отопительных установок бытового назначения. Определение предельной температуры фильтруемости)

[152] EN 238:1996 Liquid petroleum products — Determination of the benzene content by infrared spectrometry (Нефтепродукты жидкие. Определение содержания бензола методом инфракрасной спектрометрии)

УДК 621.435:006.354 ОКС 13.040.50, 27.020 Г84 ОКП 31 2000

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, измерение выбросов вредных веществ, топливо для испытаний

БЗ 9—2017/37

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 13.11.2017 Подписано в печать 05.12.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,60. Тираж 22 экз. Зак. 2518.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru