МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 34210— 2017

ТОПЛИВА НЕФТЯНЫЕ

Определение теплоты сгорания в калориметрической бомбе

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (ОАО «ВНИИ НП») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 июля 2017 г. № 101-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 октября 2017 г. № 1302-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34210—2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен стандарту ASTM D 240-17 «Стандартный метод определения теплоты сгорания жидких углеводородных топлив в калориметрической бомбе» («Standard test method for heat of combustion of liquid hydrocarbon fuels by bomb calorimeter», IDT).

Стандарт разработан подкомитетом ASTM D02.05 «Properties of fuels, petroleum coke and carbon material» («Свойства топлив, нефтяного кокса и углеродного материала») Технического комитета ASTM D02 «Petroleum products and lubricants» («Нефтепродукты и смазочные материалы»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта ASTM для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2019 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2017, 2019

В Российской Федерации 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 . . . 2
4 Сущность метода . . . 3
5 Назначение и применение . . . 3
6 Аппаратура . . . 3
7 Реактивы . . . 3
8 Стандартизация . . . 4
9 Проведение испытаний . . . 5
10 Вычисления . . . 7
11 Оформление результатов . . . 9
12 Прецизионность и смещение . . . 9
Приложение А1 (обязательное) Аппаратура для определения теплоты сгорания . . . 11
Приложение А2 (обязательное) Поправки . . . 13
Приложение А3 (обязательное) Требования безопасности . . . 15
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных стандартов ASTM межгосударственным стандартам . . . 16
Библиография . . . 17

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТОПЛИВА НЕФТЯНЫЕ

Определение теплоты сгорания в калориметрической бомбе

Petroleum fuels. Determination of the heat of combustion in calorimetric bomb

Дата введения — 2019—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает метод определения теплоты сгорания жидких углеводородных топлив в диапазоне испаряемости от легких дистиллятов до остаточных топлив.

1.2 При обычных условиях настоящий метод испытания непосредственно применяется для таких топлив, как бензины, керосины, жидкие топлива № 1 и № 2, дизельное топливо № 1-D и 2-D и газотурбинные топлива № 0-GT, 1-GT и 2-GT.

1.3 Повторяемость и воспроизводимость настоящего метода ниже прецизионности метода по ASTM D 4809.

1.4 Значения, установленные в единицах СИ, считают стандартными. Значения в скобках приведены только для информации.

1.5 В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение всех вопросов обеспечения безопасности, связанных с его использованием. Пользователь стандарта несет ответственность за обеспечение соответствующих мер безопасности и охраны здоровья и определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его использованием. Описание видов опасного воздействия приведено в разделах 7 и 9, в А1.10 (приложение А1) и приложении А3.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты ASTM[1)]:

ASTM D 129, Test method for sulfur in petroleum products (general high pressure decomposition device method) [Метод определения серы в нефтепродуктах (общий метод разложения в аппарате высокого давления)]

ASTM D 1018, Test method for hydrogen in petroleum fractions (Метод определения водорода в нефтяных фракциях)

ASTM D 1266, Test method for sulfur in petroleum products (lamp method) [Метод определения серы в нефтепродуктах (ламповый метод)]

ASTM D 1552, Standard test method for sulfur in petroleum products by high temperature combustion and infrared (IR) detection or thermal conductivity detection (TCD) [Стандартный метод определения серы в нефтепродуктах сжиганием при высокой температуре и обнаружением по инфракрасному (ИК) излучению или по теплопроводности (TCD)]

ASTM D 2622, Test method for sulfur in petroleum products by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry (Метод определения серы в нефтепродуктах рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны)

ASTM D 3120, Test method for trace quantities of sulfur in light liquid petroleum hydrocarbons by oxidative microcoulometry (Метод определения следовых количеств серы в легких жидких нефтепродуктах окислительной микрокулонометрией)

[1)] Уточнить ссылки на стандарты ASTM можно на сайте ASTM www.astm.org или в службе поддержки клиентов ASTM gost.e-ecolog.ru информационном томе ежегодного сборника стандартов (Annual Book of ASTM Standards) следует обращаться к сводке стандартов ежегодного сборника стандартов на странице сайта.

Издание официальное

ASTM D 3701, Test method for hydrogen content of aviation turbine fuels by low resolution nuclear magnetic resonance spectrometry (Метод определения содержания водорода в авиационных турбинных топливах с использованием ядерно-магнитной резонансной спектрометрии низкого разрешения)

ASTM D 4294, Test method for sulfur in petroleum and petroleum products by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (Метод определения серы в нефти и нефтепродуктах энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрией)

ASTM D 4809, Test method for heat of combustion of liquid hydrocarbon fuels by bomb calorimeter (precision method) [Метод определения теплоты сгорания жидких углеводородных топлив в калориметрической бомбе (точный метод)]

ASTM D 5453, Test method for determination of total sulfur in light hydrocarbons, spark ignition engine fuel, diesel engine fuel, and engine oil by ultraviolet fluorescence (Метод определения общего содержания серы в легких углеводородах, топливах для двигателей с искровым зажиганием, топливах для дизельных двигателей и моторных маслах ультрафиолетовой флуоресценцией)

ASTM D 7171, Test method for hydrogen content of middle distillate petroleum products by low-resolution pulsed nuclear magnetic resonance spectroscopy (Метод определения содержания водорода в среднедистиллятных нефтепродуктах методом импульсной ядерно-магнитной резонансной спектроскопии низкого разрешения)

ASTM E 1, Specification for ASTM liquid-in-glass thermometers (Спецификация на жидкостные стеклянные термометры ASTM)

ASTM E 200, Practice for preparation, standardization, and storage of standard and reagent solutions for chemical analysis (Практика приготовления, стандартизации и хранения стандартных растворов и растворов реактивов для химических анализов)

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **высшая теплота сгорания** (gross heat of combustion) Q_g, МДж/кг: Количество энергии, выделяющейся при сжигании единицы массы топлива в камере постоянного объема с образованием продуктов в газообразном состоянии, кроме воды, которая конденсируется до жидкого состояния.

3.1.1.1 **Пояснение** — Топлива могут быть в жидком или твердом состоянии и содержать только углерод, водород, азот и серу. Продуктами сгорания в кислороде являются диоксид углерода, оксиды азота, диоксид серы в газообразном состоянии и вода в жидком состоянии. При этой процедуре температура 25 °С является начальной температурой топлива и кислорода и конечной температурой продуктов сгорания.

3.1.2 **низшая теплота сгорания** (net heat of combustion) Q_n, МДж/кг: Количество энергии, выделяющейся при сгорании единицы массы топлива при постоянном давлении, причем все продукты, включая воду, находятся в газообразном состоянии.

3.1.2.1 **Пояснение** — Топливо может быть в жидком или твердом состоянии и содержать только углерод, водород, кислород, азот и серу. Продуктами сгорания в кислороде являются двуокись углерода, окиси азота, двуокись серы и вода, все в газообразном состоянии. При этой процедуре сгорание происходит при постоянном давлении 101,325 кПа (1 атм) и температуре 25 °С, которая является начальной температурой топлива и кислорода и конечной температурой продуктов сгорания.

3.1.3 Для пересчета в другие единицы можно использовать следующие соотношения:

1 кал (cal_{it}) (международная калория) = 4,1868 Дж;

1 БТЕ (Btu_{it}) (международная британская тепловая единица) = 1055,05585262 Дж и для практического применения обычно округляется до 1055,056;

1 кал/г (cal_{it}/g) = 0,0041868 МДж/кг;

1 БТЕ/фунт (1 Btu_{it}/lb) = 0,002326 МДж/кг.

3.2 Определения терминов, специфичных для настоящего стандарта:

3.2.1 **энергетический эквивалент** (energy equivalent) (эффективная теплоемкость или водяное число калориметра): Энергия, необходимая для повышения температуры на 1 °С (МДж/°С).

$$1 \text{ МДж/кг} = 1000 \text{ Дж/г}. \quad (1)$$

В системе СИ единица измерения теплоты сгорания имеет размерность джоуль на килограмм, но удобнее использовать кратное значение. Для выражения теплоты сгорания нефтяных топлив обычно

используют мегаджоули на килограмм. Связь низшей теплоты сгорания с высшей теплотой сгорания выражают следующей формулой

$$Q_n \text{ (низшая, 25 °C)} = Q_g \text{ (высшая, 25 °C)} - 0{,}2122 \cdot H, \quad (2)$$

где Q_n (низшая, 25 °C) — низшая теплота сгорания при постоянном давлении, МДж/кг;
Q_g (высшая, 25 °C) — высшая теплота сгорания при постоянном объеме, МДж/кг;
H — содержание водорода в образце[1], % масс.

Примечание 1 — В настоящем стандарте единицей измерения энергии является джоуль, теплоту сгорания записывают в мегаджоулях на килограмм.

4 Сущность метода

4.1 Теплоту сгорания по настоящему стандарту определяют сжиганием взвешенного образца в кислородной калориметрической бомбе в заданных условиях. Теплоту сгорания вычисляют по значению температуры, отмеченной до, во время и после сжигания, с учетом термохимических поправок и поправки на перенос тепла. Можно использовать изотермические или адиабатические рубашки для калориметра.

4.1.1 Температуру можно измерять в градусах Цельсия.

4.1.1.1 При использовании электрических термометров температуру можно регистрировать в градусах Фаренгейта, или в омах, или в других единицах. Во всех вычислениях, включая стандартизацию, используют одни и те же единицы.

4.1.2 Время выражают в минутах и десятых долях минуты. Можно проводить измерения в минутах и секундах.

4.1.3 Массу измеряют в граммах. Никаких поправок на взвешивание в воздухе не применяют.

5 Назначение и применение

5.1 Теплота сгорания является мерой энергии, получаемой из топлива. Значение теплоты сгорания необходимо при рассмотрении теплового коэффициента полезного действия оборудования при производстве энергии или тепла.

5.2 Теплота сгорания, определенная по настоящему методу, является одним из физико-химических требований к реактивным топливам гражданского и военного назначения и авиационным бензинам.

5.3 Массовая теплота сгорания, теплота сгорания на единицу массы топлива является критически важным свойством топлива, предназначенного для использования в воздушных транспортных средствах с ограниченным весом, таких как самолеты, аппараты на воздушной подушке и суда на подводных крыльях. Интервал между дозаправками напрямую зависит от теплоты сгорания и плотности топлива.

6 Аппаратура

6.1 Требования к помещению для проведения испытаний, бомбе, калориметру, рубашке, термометрам и дополнительным средствам приведены в приложении А1.

7 Реактивы

7.1 Стандартная бензойная кислота[2]

Перед взвешиванием порошок бензойной кислоты должен быть спрессован в таблетку или гранулу. Можно приобрести готовые таблетки бензойной кислоты, теплота сгорания которых определена сравнением со стандартным образцом Национального бюро стандартных образцов, если нет возможности спрессовать бензойную кислоту в таблетку.

[1] Подтверждающие данные (вывод уравнений) могут быть получены в ASTM International Headquarters при запросе исследовательского отчета RR:D02-1346.

[2] Стандартный образец № 39 можно приобрести в Национальном институте стандартов и технологий (NIST), 100 Bureau Dr., Stop 1070, Gaithersburg, MD 20899-1070, gost.e-ecolog.ru

7.2 Желатиновые капсулы.

7.3 Индикатор метиловый оранжевый или метиловый красный.

7.4 Минеральное масло.

7.5 Кислород

Имеющийся в продаже кислород, полученный из сжиженного воздуха, можно использовать без очистки. Процедура очистки приведена в приложении А1 (**Предупреждение** — Кислород энергично ускоряет горение, см. А3.2, приложение А3).

7.6 Самоклеющаяся лента

Целлофановая лента шириной 38 мм (1 1/2 дюйма), не содержащая хлора и серы.

7.7 Стандартный раствор щелочи

7.7.1 Раствор гидроксида натрия (0,0866 моль/дм^3)

В мерной колбе вместимостью 1 дм^3 растворяют в воде 3,5 г гидроксида натрия (NaOH) и доводят объем полученного раствора до метки. Титруют раствором кислого фталата калия, соответствующим раствору гидроксида натрия (0,0866 моль/дм^3), как указано в ASTM E 200 (**Предупреждение** — Коррозионно-активный. Может приводить к сильным ожогам и слепоте. При слишком быстром смешивании с водой происходит бурная реакция с разогреванием и разбрызгиванием, см. А3.1, приложение А3).

7.7.2 Раствор карбоната натрия (0,03625 моль/дм^3)

В мерной колбе вместимостью 1 дм^3 растворяют в воде 3,84 г Na_2CO_3 и доводят объем полученного раствора до метки. Устанавливают титр по кислому фталату калия, соответствующему раствору карбоната натрия (0,03625 моль/дм^3), в соответствии с ASTM E 200.

7.8 Стандартный 2,2,4-триметилпентан (изооктан)[1] (**Предупреждение** — Чрезвычайно воспламеняем, вреден при вдыхании. Пары могут вспыхивать, см. А3.3, приложение А3).

8 Стандартизация

8.1 Определение энергетического эквивалента калориметра

Вычисляют среднеарифметическое значение результатов не менее шести испытаний с использованием стандартной бензойной кислоты[2]. Испытания следует проводить в течение не менее 3 дней. Используют не менее 0,9 г, но не более 1,1 г стандартной бензойной кислоты (C_6H_6COOH). Проводят каждое определение по методике, приведенной в разделе 9, и вычисляют поправку на повышение температуры t, как указано в 10.1 или 10.2. Определяют поправки для азотной кислоты (HNO_3) и проволоки зажигания, как указано в 10.3, и подставляют в формулу

$$W = (Qg + e_1 + e_2)/t, \quad (3)$$

где W — энергетический эквивалент калориметра, МДж/°С;

Q — теплота сгорания стандартной бензойной кислоты, МДж/г;

g — масса образца стандартной бензойной кислоты, г;

e_1 — поправка на теплоту образования азотной кислоты, МДж;

e_2 — поправка на теплоту сгорания проволоки зажигания, МДж;

t — поправка на повышение температуры, вычисленная по 10.1 или 10.2, °С.

8.1.1 Повторяют калибровку калориметра после изменения его любой части и периодически для проверки калориметра и/или процедуры проведения испытаний.

8.2 Проверка калориметра с использованием легкоиспаряющегося (низкокипящего) топлива

Для согласования полученных результатов в пределах повторяемости метода используют 2,2,4-триметилпентан с сертифицированным значением (47,788 МДж/кг, взвешивание на воздухе). При выпадении

[1] Стандартный образец № 217b можно приобрести в Национальном институте стандартов и технологий (NIST).

[2] Jessup R.S. Точное измерение теплоты сгорания в калориметрической бомбе, NBS Monograph 7, U.S. Government Printing Office.

результатов испытаний может потребоваться изменение методики обращения с образцом (см. приложение А1). Если это невозможно или погрешность не корректируется, то проводят серию испытаний.

8.3 Теплота сгорания самоклеющейся ленты или желатиновой капсулы с минеральным маслом

Определяют теплоту сгорания примерно 1,2 г самоклеющейся ленты или 0,5 г минерального масла в желатиновой капсуле по разделу 9, не используя образец. Выполняют не менее трех определений и вычисляют теплоту сгорания по следующей формуле

$$Q_{pst} = (\Delta t W - e_1)/1000a, \quad (4)$$

где Q_{pst} — теплота сгорания самоклеющейся ленты или минерального масла, МДж/кг;
Δt — поправка на повышение температуры, вычисленная по 10.1 или 10.2, °С;
W — энергетический эквивалент калориметра, МДж/°С;
e_1 — поправка на теплоту образования HNO_3, МДж;
а — масса самоклеющейся ленты или желатиновой капсулы с минеральным маслом, г.

Определяют среднеарифметическое значение. Для нового рулона ленты или партии капсул повторно определяют теплоту сгорания ленты или желатиновой капсулы с минеральным маслом.

9 Проведение испытаний

9.1 Масса образца

Выбирают массу образца (включая любое вспомогательное топливо) таким образом, чтобы повышение температуры при его сгорании было равно повышению температуры при сгорании 0,9—1,1 г бензойной кислоты (см. примечание 2). Взвешивают образец с точностью до 0,1 мг.

Примечание 2 — Если известна приблизительная теплота сгорания образца, вычисляют требуемую массу по формуле

$$m = 26{,}454/Q_s, \quad (5)$$

где m — масса образца, г;
Q_s — теплота сгорания пробы, МДж/кг.

Некоторые топлива содержат воду и механические примеси (золу), которые могут понижать теплоту сгорания. Если необходима теплота сгорания чистого топлива, перед проведением испытания фильтруют образец для удаления свободной воды и нерастворимой золы.

9.1.1 Потери высоколетучих (низкокипящих) жидкостей сокращают, используя ленту или желатиновую капсулу с минеральным маслом.

Примечание 3 — Приемлемые процедуры при обращении с летучими (низкокипящими) жидкостями приведены в библиографии. В [1]—[6] приведены стеклянные держатели образцов, в [7] — металлический держатель образца и в [8] — желатиновый держатель образца.

9.1.2 Лента

Размещают самоклеющуюся ленту на верхнюю часть тигля, обрезают ее по краю тигля лезвием и плотно прижимают. Полоску ленты размером 3 × 12 мм складывают посередине и прикрепляют одну половину в центре диска ленты, чтобы получить откидную крышку. Взвешивают тигель с лентой. Перемещают тигель с весов щипцами. Заполняют шприц для подкожных инъекций образцом. Объем образца V, см^3, вычисляют по формуле

$$V = (W\,0{,}00032)/(Q\,D), \quad (6)$$

где W — энергетический эквивалент калориметра, Дж/°С;
Q — приблизительная теплота сгорания образца, МДж/кг;
D — плотность образца, кг/м^3.

9.1.2.1 Вводят образец в тигель, прокалывая диск ленты кончиком иглы шприца в таком месте, чтобы крышка из ленты закрывала прокол после удаления иглы. Слегка прижимают крышку металлическим шпателем. Снова взвешивают тигель с лентой и образцом. Не следует дотрагиваться до тигля и ленты незащищенными пальцами во время его взвешивания и заполнения. Тигель размещают в

изогнутый электрод и устанавливают проволоку зажигания таким образом, чтобы центральная часть петли была прижата к центру диска ленты.

9.1.3 Желатиновая капсула/минеральное масло

Взвешивают тигель и желатиновую капсулу. Капсулу берут только пинцетом. Вводят образец в капсулу. Снова взвешивают тигель и капсулу с образцом. Если предполагают неполное сгорание в капсуле, добавляют несколько капель минерального масла на капсулу и опять взвешивают тигель с содержимым. Помещают тигель в изогнутый электрод и устанавливают проволоку зажигания таким образом, чтобы центральная часть петли была прижата к капсуле и маслу.

9.2 Вода в бомбе

Пипеткой добавляют в бомбу 1,0 $см^3$ воды.

9.3 Кислород

Бомбу с испытуемым образцом и проволокой зажигания при температуре окружающей среды (9.3.1) медленно заполняют кислородом до давления 3,0 МПа (30 атм). Не продувают бомбу для удаления воздуха, содержащегося в ней (**Предупреждение —** Следует быть осторожным, чтобы не перегрузить бомбу. Если случайно давление кислорода, введенного в бомбу, превысит 4,0 МПа, процесс сжигания не проводят. Может произойти взрыв с разрушением бомбы. Разъединяют соединения и выпускают кислород из бомбы обычным способом. Утилизируют образец, за исключением тех случаев, когда он не потерял массу, на что указывает повторное взвешивание).

9.3.1 Можно использовать при испытании более высокое или более низкое значение исходного давления в диапазоне от 2,5 до 3,5 МПа при условии, что то же самое давление используют во всех испытаниях, включая стандартизацию.

9.4 Водяной калориметр

Регулируют температуру воды калориметра до взвешивания следующим образом:

- метод с применением изотермической рубашки — от 1,6 °С до 2,0 °С ниже температуры рубашки;
- метод с применением адиабатической рубашки — от 1,0 °С до 1,4 °С ниже температуры окружающей среды.

Указанная начальная регулировка обеспечивает значение конечной температуры, немного превышающее температуру рубашки калориметров с энергетическим эквивалентом приблизительно 10,2 кДж/°С. Некоторые операторы предпочитают использовать более низкое значение начальной температуры, чтобы значение конечной температуры было немного ниже температуры рубашки калориметра. Настоящую процедуру можно использовать при условии ее применения для всех испытаний, включая стандартизацию.

9.4.1 В резервуаре калориметра при проведении каждого испытания должно быть одинаковое количество (± 0,5 г) дистиллированной или деионизированной воды. Количество воды (обычно 2000 г) можно определить взвешиванием резервуара калориметра с водой на весах. Можно измерять объем воды при условии, что его измеряют всегда при одном и том же значении температуры.

9.5 Определение методом с использованием изотермической рубашки

Устанавливают калориметр в рубашку и включают мешалку. Перемешивают в течение 5 мин для достижения равновесия, затем с интервалом 1 мин в течение 5 мин записывают значение температуры калориметра (см. примечание 4). Поджигают образец в начале шестой минуты и записывают время и значение температуры t_a. Прибавляют к значению этой температуры 60 % от ожидаемого значения повышения температуры и записывают время достижения этого значения температуры (см. примечание 5). После периода быстрого повышения температуры (примерно 4—5 мин) регистрируют температуру с интервалом 1 мин, пока разность между последовательными показаниями не будет постоянной в течение 5 мин.

Примечание 4 — Определяют все значения температуры, используя лупу (кроме значений, полученных во время быстрого повышения температуры), с точностью 0,002 °С при использовании термометра для калориметрической бомбы ASTM 56C (термометр Бекмана). Определяют показания термометра Бекмана с точностью до 0,001 °С и показания термометра сопротивления на 25 Ом с точностью до 0,0001 Ом. Для предотвращения ошибок, причиной которых может быть прилипание ртути к стенкам капилляра, постукивают карандашом по ртутному термометру перед снятием показаний.

Примечание 5 — Если неизвестно предполагаемое значение повышения температуры на 60 %, приблизительное время можно определить путем регистрации значений температуры через 45, 60, 75, 90, 105 с после поджигания и интерполяции.

9.6 Определение методом с использованием адиабатической рубашки (см. примечание 6)

Устанавливают калориметр в рубашку и включают мешалку. Устанавливают значение температуры рубашки, равное или немного ниже температуры калориметра, и перемешивают в течение 5 мин до достижения равновесия. Выравнивают значение температуры рубашки и калориметра с точностью до ± 0,01 °С и выдерживают 3 мин. Регистрируют значение начальной температуры и поджигают образец. Регулируют значение температуры рубашки во время повышения температуры калориметра, сохраняя по возможности примерно равными обе температуры при быстром повышении температуры и корректируя с точностью до ± 0,01 °С при приближении к окончательной установившейся температуре. Записывают значения температуры калориметра с интервалом 1 мин до получения одного и того же значения температуры в трех последовательных измерениях. Записывают это значение как окончательную температуру. Не регистрируют интервалы времени, поскольку они не являются критическими в адиабатическом методе.

Примечание 6 — Эти указания заменяют положения, приведенные в 9.5, при использовании рубашки, оснащенной для адиабатического контроля температуры.

9.7 Анализ содержимого бомбы

Удаляют бомбу и снижают давление с постоянной скоростью в течение не менее 1 мин. Осматривают внутреннюю поверхность бомбы для выявления неполного сгорания. Испытание бракуют при обнаружении несгоревшего образца или сажи.

9.7.1 Промывают тонкой струйкой воды внутреннюю поверхность бомбы, включая электроды и держатель образца, и количественно собирают промывочную воду в химический стакан. Используют минимальное количество воды для промывания, предпочтительно не более 350 см^3. Титруют промывочную воду стандартным раствором щелочи, используя индикатор метиловый оранжевый или метиловый красный.

9.7.2 Собирают и измеряют длину частей несгоревшей проволоки и вычитают ее из первоначальной длины. Записывают полученную разницу как израсходованную проволоку.

9.7.3 Определяют содержание серы в образце, если оно превышает 0,1 %. Содержание серы определяют по ASTM D 129, анализируя промывочную воду из бомбы, оставшуюся после титрования кислотой. В качестве альтернативы содержание серы можно определить на исходном образце с использованием методов по ASTM D 1266, ASTM D 2622, ASTM D 3120, ASTM D 4294 или ASTM D 5453. Если содержание серы в исходном образце более 0,22 %, его можно определить по ASTM D 1552.

10 Вычисления

10.1 Повышение температуры в калориметре с изотермической рубашкой

Используя результаты, полученные по 9.5, вычисляют повышение температуры t в калориметре с изотермической рубашкой по формуле

$$t = t_c - t_a - r_1(b - a) - r_2(c - b), \quad (7)$$

где t — скорректированное значение повышения температуры;

t_c — значение температуры во время c, скорректированное на погрешность термометра (10.1.1);

t_a — значение температуры во время воспламенения, скорректированное на погрешность термометра (10.1.1);

r_1 — скорость (единицы измерения температуры в минуту), с которой температура повышалась в течение 5 мин до воспламенения;

b — время (с точностью до 0,1 мин), когда повышение температуры достигает 60 % от значения общего повышения температуры;

a — время поджигания образца;

r_2 — скорость (единицы измерения температуры в минуту), с которой температура повышалась в течение 5 мин после времени c;

c — время начала периода, при котором скорость изменения температуры с течением времени становится постоянной (после сгорания).

Если температура снижается, r_2 имеет отрицательное значение, а значение $r_2(c - b)$ будет положительным.

10.1.1 Все стеклянные жидкостные термометры должны быть скорректированы на погрешность шкалы с использованием данных аттестованного термометра, указанного в А1.5.1, А1.5.2 приложения А1. Термометры Бекмана также требуют установочную корректировку и корректировку на выступающий столбик ртути (см. А2.1.2 приложения А2). Палочные термометры ASTM 56F и ASTM 56C не требуют корректировки на выступающий столбик ртути, если все испытания, включая стандартизацию, выполняют в одном и том же интервале 5,5 °С. Если температура процесса превышает этот предел, то следует применять дифференцированную поправку на выступающий столбик ртути (см. А2.1.1 приложения А2) для корректировки повышения температуры t во всех испытаниях, включая стандартизацию.

10.2 Повышение температуры в калориметре с адиабатической рубашкой

Используя данные, полученные по 9.6, вычисляют повышение температуры t в калориметре с адиабатической рубашкой по формуле

$$t = t_f - t_a, \tag{8}$$

где t — значение скорректированного повышения температуры;

t_f — значение температуры, при которой загрузка бомбы воспламеняется, скорректированное на погрешность термометра (10.1.1);

t_a — значение температуры достигнутого (конечного) равновесия, скорректированное на погрешность термометра (10.1.1).

10.3 Термохимические поправки

Вычисляют для каждого испытания приведенные термохимические поправки (см. приложение А2):

- e_1 — поправка на теплоту образования азотной кислоты (HNO_3) (МДж) равна количеству кубических сантиметров стандартного раствора (0,0866 N) NaOH, израсходованного на титрование, умноженному на $5/10^6$;

- e_2 — поправка на теплоту образования серной кислоты (H_2SO_4) (МДж) равна числу 58,0, умноженному на содержание серы в образце (%), умноженному на массу образца и деленному на 10^6;

- e_3 — поправка на теплоту сгорания самоклеющейся ленты или желатиновой капсулы и минерального масла (МДж) равна массе ленты или капсулы/масла (г), умноженной на теплоту сгорания ленты или капсулы/масла (МДж/кг), деленной на 10^6;

- e_4 — поправка на теплоту сгорания проволоки зажигания (МДж) равна числу 1,13, умноженному на длину израсходованной железной проволоки (мм), деленному на 10^6, или равна числу 0,96, умноженному на длину израсходованной проволоки из хромеля С (мм), деленному на 10^6.

10.4 Высшая теплота сгорания

Вычисляют высшую теплоту сгорания по формуле

$$Q_g = (t\,W - e_1 - e_2 - e_3 - e_4) \cdot (1000/m), \tag{9}$$

где Q_g — высшая теплота сгорания при постоянном объеме, МДж/кг;

t — скорректированное значение повышения температуры (см. 10.1 и 10.2), °С;

W — энергетический эквивалент калориметра, МДж/°С (8.1);

e_1, e_2, e_3, e_4 — поправки, приведенные в 10.3;

m — масса образца, г.

Примечание 7 — Высшую теплоту сгорания при постоянном давлении вычисляют по формуле

$$Q_{gp} = Q_g + 0{,}006145H, \tag{10}$$

где Q_{gp} — высшая теплота сгорания при постоянном давлении, МДж/кг;

H — содержание водорода в образце, % масс. Если процентное содержание водорода в образце неизвестно, его можно определить по ASTM D 1018, ASTM D 3701 или ASTM D 7171.

10.5 Низшая теплота сгорания

10.5.1 Если содержание водорода в массовых процентах H в образце известно, вычисляют низшую теплоту сгорания по формуле

$$Q_n = Q_g - 0{,}2122\,H, \quad (11)$$

где Q_n — низшая теплота сгорания при постоянном давлении, МДж/кг;
Q_g — высшая теплота сгорания при постоянном объеме, МДж/кг;
H — содержание водорода в образце, % масс. Если процентное содержание водорода в образце неизвестно, то его можно определить по ASTM D 1018, ASTM D 3701 или ASTM D 7171.

10.5.2 Если содержание водорода в массовых процентах в образцах авиационного бензина и турбинного топлива не поддается определению, низшую теплоту сгорания можно вычислить по формуле

$$Q_n = 10{,}025 + (0{,}7195)Q_g, \quad (12)$$

где Q_n — низшая теплота сгорания при постоянном давлении, МДж/кг;
Q_g — высшая теплота сгорания при постоянном объеме, МДж/кг.

Примечание 8 — Формулу (12) рекомендуется использовать только, если процентное содержание водорода не поддается определению. Она основана на формуле (11) и авиационных бензинах и топливах для турбинных двигателей, разработанных по данным научной публикации[1)].

11 Оформление результатов

11.1 Низшая теплота сгорания — количественный параметр топлива, необходимый при практическом применении. Низшую теплоту сгорания записывают с точностью до 0,005 МДж/кг.

Примечание 9 — Обычно для нефтяных топлив предпочтительно регистрировать высшую теплоту сгорания с точностью до 0,005 МДж/кг, а не низшую теплоту сгорания.

11.2 Высшую или низшую теплоту сгорания $Q_{кал/г}$ (cal_{it}/g — международная калория)/г или $Q_{БТЕ/фунт}$ (Btu_{it}/lb — международная британская тепловая единица) получают делением на соответствующий коэффициент и записывают с точностью до 0,5 кал/г или 1 БТЕ/фунт по формулам:

$$Q_{БТЕ/фунт} = (Q, \text{МДж/кг})/0{,}002326; \quad (13)$$

$$Q_{кал/г} = (Q, \text{МДж/кг})/0{,}0041868. \quad (14)$$

12 Прецизионность и смещение[2)]

12.1 Прецизионность

Прецизионность настоящего метода была получена статистической обработкой результатов межлабораторных исследований.

12.1.1 Повторяемость

Расхождение результатов последовательных испытаний, полученных одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре при постоянно действующих условиях на идентичном испытуемом материале в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода, может превышать следующее значение только в одном случае из двадцати:

повторяемость — 0,13 МДж/кг.

---

1) Jessup R.S. and Gragoe C.S. Низшая теплота сгорания авиационного бензина AN-F-28 (Net Heat of Combustion of AN-F-28 Aviation Casolines), Nat. Advisory Committee to Aeronautics, Technical Note No. 996, June 1945, and Joseph A. Cogliano and Ralph S. Jessup. Зависимость низшей теплоты сгорания и анилиновой точки авиационных топлив (Relation Between Net Heat of Combustion and Aniline-Gravity Product of Aicraft Fuels), Nat. Institute of Standarts Technology Report 2348, March 1953.

2) Подтверждающие данные можно получить в ASTM International Headquarters при запросе исследовательского отчета RR: RR:D02-38.

12.1.2 Воспроизводимость

Расхождение результатов единичных и независимых испытаний, полученных разными операторами, работающими в разных лабораториях, на идентичном испытуемом материале в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода, может превышать следующие значения только в одном случае из двадцати.

воспроизводимость — 0,40 МДж/кг.

12.2 Смещение

Смещение не определено, так как отсутствуют сравнительные данные с принятыми эталонными материалами (охватывающими диапазон значений, предполагаемых при использовании метода).

Приложение А1
(обязательное)

Аппаратура для определения теплоты сгорания

А1.1 Лаборатория

В помещении, в котором работает калориметр, не должно быть сквозняков и резких перепадов температур. Прямой солнечный свет не должен попадать на рубашку калориметра или термометры. Следует предусмотреть соответствующие средства для освещения, отопления и вентиляции. Желателен термостатический контроль температуры окружающей среды и контроль относительной влажности.

А1.2 Кислородная бомба

Внутренний объем кислородной бомбы должен быть (350 ± 50) $см^3$. Все детали должны быть изготовлены из материалов, не подверженных воздействию процесса или продуктов горения при подводе измеряемой тепловой энергии или не приводящих к изменению конечных продуктов. Если бомба покрыта платиной или золотом, все отверстия должны быть изолированы, чтобы продукты сгорания не касались основного металла. Конструкция бомбы должна обеспечивать полное удаление со стенок всех жидких продуктов сгорания промыванием. Во время испытания не должно быть утечки газа. Бомба должна выдерживать испытание при температуре окружающей среды под гидростатическим давлением на манометре 3000 psi (20 МПа), не выходя за пределы упругости для любой детали (см. примечание 3 настоящего стандарта).

А1.3 Калориметр

Сосуд калориметра (примечание А1.1) должен быть изготовлен из металла (предпочтительно из меди и латуни) с покрытием, стойким к потускнению и хорошо отполированным снаружи. Его размеры должны обеспечивать полное погружение бомбы в воду, когда калориметр собран. Он должен иметь приспособление для тщательного перемешивания воды с постоянной скоростью, но с минимальной подачей тепла. Непрерывное перемешивание в течение 10 мин не должно приводить к повышению температуры калориметра более чем на 0,01 °С от идентичной температуры калориметра, помещения и рубашки. Погруженная часть мешалки должна быть выведена наружу с использованием материала с низкой теплопроводностью.

Примечание А1.1 — Термин «калориметр» в настоящем методе означает бомбу, сосуд с мешалкой и воду, в которую погружена бомба.

А1.4 Рубашка

Калориметр должен быть полностью погружен в рубашку с перемешиваемой водой и закреплен таким образом, чтобы стенки, дно и верх находились в 10 мм от стенок рубашки. Рубашка должна обеспечивать поддержание постоянной температуры или иметь возможность быстрого регулирования температуры таким образом, чтобы ее температура была равна температуре калориметра при работе в адиабатических условиях. Вода, испаряющаяся из рубашки, не должна конденсироваться на калориметре[1)].

А1.4.1 Рубашку с водой постоянной температуры можно заменить рубашкой с двойными стенками с безвоздушным изолированным пространством, если калориметр используют в помещении с постоянной температурой, поддерживаемой с точностью ± 1 °С или ± 2 °F. Те же самые условия окружающей среды должны быть сохранены во всех испытаниях, включая стандартизацию.

А1.5 Термометры

Температуру в калориметре и рубашке следует измерять следующими термометрами или их комбинацией.

А1.5.1 Стеклянный ртутный термометр ASTM

Стеклянный ртутный термометр ASTM для использования в калориметрической бомбе диапазоном измерения от 19 °С до 35 °С (или от 66 °F до 95 °F), от 18,9 °С до 25,1 °С или от 23,9 °С до 30,1 °С, соответствующий требованиям для термометров 56С (56F), 116С или 117С соответственно по ASTM E 1. Следует провести испытание каждого термометра на точность измерения через интервалы не более 2,0 °С или 2,5 °F по всей градуированной шкале. Поправки записывают с точностью до 0,002 °С или 0,005 °F соответственно для каждой контрольной точки.

А1.5.2 Дифференциальный термометр Бекмана

Дифференциальный термометр Бекмана диапазоном измерения 6 °С, соответствующий требованиям ASTM E 1 для термометра 115С. Каждый термометр испытывают на точность измерения через интервалы не более 1 °С по всей градуировочной шкале и записывают поправки с точностью до 0,001 °С для каждой контрольной точки.

А1.5.3 Платиновый термометр сопротивления калориметрического типа, 25 Ом.

[1)] Единственным известным изготовителем аппарата является Parr Instrument Co., 211 Fifty Third St, Moline, IL 61265.

А1.6 Вспомогательные приспособления для термометра

Для снятия показания стеклянного ртутного термометра с точностью до одной десятой от наименьшего деления шкалы необходима лупа. Она должна иметь объектив и держатель, установленный таким образом, чтобы не вносить значительной погрешности из-за параллакса.

А1.6.1 С термометром сопротивления используют мостик сопротивления Уитстона и гальванометр для измерения сопротивления с точностью до 0,0001 Ом.

А1.7 Устройство для измерения времени

Для калориметра с изотермической рубашкой используют часы или другое устройство измерения времени с точностью до 1 с.

А1.8 Держатель образца

Нелетучие (высококипящие) образцы сжигают в открытом тигле, изготовленном из платины (предпочтительно), кварца или приемлемого сплава металлов. Тигли из сплава металлов приемлемы, если после нескольких предварительных сжиганий масса тигля между испытаниями изменяется незначительно.

А1.9 Проволока зажигания

Используют стальную проволоку калибра № 34 Брауна-Шарпа или проволоку высокого сопротивления из хромеля С длиной 100 мм. Можно использовать проволоку меньшей длины, если во всех испытаниях, включая стандартизацию, используют проволоку той же длины. Можно также использовать платиновую проволоку, если энергия зажигания мала и воспроизводима.

А1.10 Цепь зажигания

Для зажигания используют переменный или постоянный ток от 6 до 16 В с амперметром или индикаторной лампой для определения наличия тока в цепи. Можно использовать понижающий трансформатор, соединенный с осветительной сетью (электросетью) аккумуляторных батарей 115 В, 50/60 Гц (**Предупреждение** — Переключатель цепи зажигания должен быть с самовозвратом, обычно разомкнут, за исключением случаев, когда он удерживается оператором в замкнутом состоянии).

А1.11 Устройство для очистки кислорода

Имеющийся в продаже кислород, полученный из жидкого воздуха, обычно можно использовать без очистки. Кислород, полученный электролизом воды, не следует использовать без очистки, так как он может содержать водород и приводить к изменению результатов на 1 % и более. Горючие примеси из кислорода можно удалить пропусканием над оксидом меди (CuO) при температуре приблизительно 500 °С.

Приложение А2
(обязательное)

Поправки

А2.1 Поправки к термометру

А2.1.1 Дифференциальную поправку на выступающий столбик ртути для палочных термометров для калориметрических бомб (56С и 56F) вычисляют по формуле

$$\text{Дифференциальная поправка на выступающий столбик} = K(t_c - t_a)(t_a + t_c - L - T), \quad (A2.1)$$

где K — коэффициент дифференциального расширения жидкости и стекла, из которого изготовлен термометр; значение составляет 0,00016 для стеклянных ртутных термометров Цельсия или 0,0001 — для стеклянных термометров с органической жидкостью и шкалой Цельсия;

t_c — значение конечной температуры;

t_a — значение начальной температуры;

L — показание по шкале, до которой термометр погружен;

T — средняя температура на выступающем столбике.

А2.1.2 Дифференциальную поправку на выступающий столбик ртути для термометра Бекмана, погруженного до нулевой отметки по шкале, вычисляют по формуле

$$\text{Дифференциальная поправка на выступающий столбик} = K(t_c - t_a)(S + t_c + t_a - T), \quad (A2.2)$$

где S — положение термометра (температура на показании «нуль»);

K, T, t_c и t_a — определены в А2.1.1.

А2.1.3 Поправку на установку для термометра Бекмана вычисляют по формуле

$$\text{Поправка на установку} = \text{коэффициент} \cdot (t_c - t_a), \quad (A2.3)$$

где коэффициент определяют по таблице А2.1;

t_c и t_a — определены в А2.1.1.

Таблица А2.1 — Поправочные коэффициенты

Установка	Коэффициент
15	– 0,0015
20	0,0000
25	+ 0,0015
30	+ 0,0029
35	+ 0,0043
40	+ 0,0056

А2.2 Термохимические поправки

А2.2.1 Теплота образования азотной кислоты

Поправку на теплоту образования азотной кислоты 5 Дж применяют к каждому кубическому сантиметру стандартного раствора NaOH (0,0866 моль/дм^3), израсходованного на титрование кислоты. Предполагается, что

1) вся титруемая кислота является азотной кислотой (HNO_3);

2) теплота образования 0,1М HNO_3 в условиях испытания равна 57,8 кДж/моль. Если одновременно присутствует и серная кислота (H_2SO_4), то часть поправки на серную кислоту H_2SO_4 содержится в поправке e_1 и остальная часть — в поправке e_2.

А2.2.2 Теплота образования серной кислоты

Поправку на теплоту образования серной кислоты 5,80 кДж применяют к каждому грамму серы в образце. Это положение основывается на теплоте образования 0,17 М серной кислоты H_2SO_4, которая равна 301,4 кДж/моль. Поправка, равная 2 · 57,8 кДж/моль, была применена к H_2SO_4 в поправке e_1 (см. 10.3 настоящего стандарта). Таким образом, необходимая дополнительная поправка равна:

$$301{,}4 - (2 \cdot 57{,}8) = 185{,}8 \text{ кДж/моль или } 5{,}80 \text{ кДж/г серы}. \quad (A2.4)$$

А2.2.2.1 Значение 5,80 кДж/г для серы соответствует топливу, содержащему относительно большое количество серы. Поскольку снижается процентное содержание серы, то уменьшается и поправка, соответственно, может быть допущена большая погрешность. Для вычислений был использован эмпирический состав жидкого топлива 0,8 % S и 99,2 % CH_2. При сжигании 0,6 г образца такого топлива в бомбе, содержащей 1 $см^3$ воды, будет образовываться приблизительно 0,17 моль/$дм^3$ H_2SO_4.

А2.2.2.2 По данным NIST (циркуляр № 500) теплота реакции $SO_2(г) + 1/2\,O_2(г) + 651\,H_2O(1) - H_2SO_4 \cdot 650\,H_2O(1)$ при постоянном объеме и давлении 3 МПа равна 301,4 кДж/моль.

А2.2.3 Теплота сгорания проволоки зажигания

Для проволоки зажигания приняты следующие значения теплоты сгорания:

- железная проволока калибра № 34 Брауна-Шарпа — 1,13 Дж/мм;
- проволока из хромеля С калибра № 34 Брауна-Шарпа — 0,96 Дж/мм.

А2.2.4 Теплота сгорания самоклеющейся ленты

Поправка на теплоту сгорания ленты (определенная по 8.3 настоящего стандарта) предполагает полное сгорание ленты.

Приложение А3
(обязательное)

Требования безопасности

А3.1 Гидроокись (гидроксид) натрия

А3.1.1 **Предупреждение** — Коррозионно-активное вещество может быть причиной сильных ожогов или слепоты. Выделение тепла приводит к бурной реакции или разбрызгиванию при слишком быстром смешивании с водой.

Перед применением следует ознакомиться с информацией о процедуре безопасной работы и мерах защиты.

Следует избегать попадания гидроксида натрия в глаза, на кожу или одежду.

Следует избегать вдыхания пыли или аэрозоля.

Не следует принимать внутрь.

При работе с гидроксидом натрия используют защитные очки или маску для лица, защитные перчатки, обувь и одежду.

При смешивании с водой гидроксид натрия добавляют медленно на поверхность раствора, чтобы избежать бурного разбрызгивания. При приготовлении раствора не следует использовать горячую воду, гидрокид натрия следует добавлять таким образом, чтобы повышение температуры при перемешивании составляло не более 10 °С/мин и температура раствора не превышала 90 °С. Добавляемая порция NaOH не должна увеличивать концентрацию раствора более чем на 5 %.

А3.2 Кислород

А3.2.1 **Предупреждение** — Кислород ускоряет горение.

Не следует превышать количество образца.

Не допускается использовать масло или смазку на регуляторах, манометрах и контрольном оборудовании.

Следует использовать только оборудование, пригодное для работы с кислородом, следует тщательно очищать его от нефтепродуктов, смазки и других горючих веществ.

Следует хранить воспламеняющиеся вещества вдали от кислорода и удалять источники воспламенения.

Поверхности должны быть чистыми для предотвращения воспламенения и/или взрыва при контакте с кислородом.

Следует всегда использовать регулятор давления. Следует понизить давление регулятора перед тем, как открыть вентиль баллона.

Все используемое оборудование и баллоны должны быть пригодны и рекомендованы для работы с кислородом.

Категорически запрещено переносить кислород из баллона, в котором он получен, в другой баллон.

Запрещается смешивать газы в баллонах.

Не допускается ронять баллон. Следует убедиться, что баллон надежно закреплен.

Следует держать баллон закрытым, когда кислород не используют.

Следует стоять на противоположной стороне от выпускного отверстия при открытии вентиля баллона.

Следует хранить баллон в месте, защищенном от солнечных лучей и вдали от источников тепла.

Не следует хранить баллон в агрессивной (коррозионно-активной) среде.

Не следует использовать баллон без этикетки.

Не следует пользоваться помятым или поврежденным баллоном.

Следует использовать баллон только для технических целей. Запрещается использовать его для ингаляций.

Следует использовать баллон только в хорошо проветриваемом помещении.

А3.3 2,2,4-Триметилпентан

А3.3.1 **Предупреждение** — Чрезвычайно легковоспламеняющийся. Вреден при вдыхании.

Пары могут воспламеняться.

Следует хранить вдали от источников тепла, искр и открытого пламени.

Емкость следует хранить закрытой.

Использовать следует при достаточной вентиляции.

Следует избегать скопления паров и удалять все источники воспламенения, особенно электроаппаратуру и обогреватели в невзрывозащищенном исполнении.

Следует избегать длительного вдыхания паров или аэрозоля.

Следует избегать длительного или повторного контакта с кожей.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных стандартов ASTM межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного стандарта ASTM	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ASTM D 129	—	*
ASTM D 1018	—	*
ASTM D 1266	IDT	ГОСТ 32403—2013 «Нефтепродукты. Определение содержания серы (ламповый метод)»
ASTM D 1552	IDT	ГОСТ 34211—2017 «Нефтепродукты. Определение серы сжиганием при высокой температуре и детектированием по инфракрасному (IR) излучению или по теплопроводности (TCD)»
ASTM D 2622	IDT	ГОСТ 33194—2014 «Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии с волновой дисперсией»**
ASTM D 3120		*
ASTM D 3701	—	*
ASTM D 4294	IDT	ГОСТ 32139—2013 «Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии»
ASTM D 4809	IDT	ГОСТ 33299—2016 «Топлива углеводородные жидкие. Определение теплоты сгорания в калориметрической бомбе (точный метод)»
ASTM D 5453	—	*
ASTM D 7171	—	*
ASTM E 1	—	*
ASTM E 200	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного стандарта ASTM.

** В Российской Федерации действует ГОСТ 32139—2013.

Примечание — В настоящем стандарте использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] Gross M. E., Gutherie G. B., Hubbard W. N., Katz C., McCullough J. P., Waddington G., and Williamson K. D., «Thermodynamic Properties of Furan», Journal, Am. Chemical Soc., Vol 74, №. 18, Sept. 23, 1952, pp. 4662—4669

[2] Jessup R. S., «Heats of Combustion of the Liquid Normal Paraffin Hydrocarbons from Hexane to Dodecane», Journal of Research, Nat. Bureau Standards, Vol 18, №. 12, February 1937, pp. 115—128

[3] Prosen E. J. R., and Rossini F. D., «Heats of Isomerization of the Five Hexanes», Journal of Research, Nat. Bureau Standards, Vol 27, №. 3, September 1941, pp. 289—310 (Research Paper RP 1420)

[4] Barry F., and Richards T. W., «Heat of Combustion of Aromatic Hydrocarbons and Hexamethylene», Journal, Am. Chemical Soc., Vol 37, №. 5, May 1915, pp. 993—1020

[5] Coops J., and Verkade P. E., «A New Method for the Determination of the Heats of Combustion of Volatile Substances in the Calorimetric Bomb», Recueil traveus chimique, Vol 45, 1926, pp. 545—551

[6] Hubbard W. N., Huffman H. M., Knowlton J. W., Oliver G. D., Scott D. W., Smith J. C., Todd S. S., and Waddington G., «Thermodynamic Properties of Thiophene», Journal, Am. Chemical Soc., Vol 71, №. 3, March 1949, pp. 797—808

[7] Le Tourneau R. L., and Matteson R., «Measurement of Heat of Combustion of Volatile Hydrocarbons», Analytical Chemistry, Vol 20, №. 7, July 1948, pp. 663—664

УДК 665.73:662.216.4:006.354 МКС 75.160.20

Ключевые слова: нефтяные топлива, определение теплоты сгорания в калориметрической бомбе

Редактор *О.В. Рябиничева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.М. Поляченко*
Компьютерная верстка *Г.В. Струковой*

Сдано в набор 20.08.2019. Подписано в печать 27.08.2019. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru