



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗШЕЙ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

СТ РК АСТМ Д 4529-2011

*ASTM D 4529:01 (2006) Standard test method for estimation of
net heat of combustion of aviation fuels (IDT)*

Издание официальное

Данный государственный стандарт основан на стандарте ASTM D 4529 – 01(06) «Standard test method for estimation of net heat of combustion of aviation fuels», авторское право принадлежит АСТМ Интернешнел, 100 Барр Харбор Драйв, Вест Конекшен, Штат Пенсильвания, 19428, США. Переиздается с разрешением АСТМ Интернешнел.

**Комитет технического регулирования и метрологии
Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан
(Госстандарт)**

Астана

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации и сертификации» и Техническим комитетом по стандартизации № 33 «Нефтегазмаш».

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан от «4» октября 2011 года № 517-од.

3 Настоящий стандарт идентичен ASTM D 4529 – 01(06) Standard test method for estimation of net heat of combustion of aviation fuels (Стандартный метод определения низшей теплоты сгорания авиационных топлив), авторское право принадлежит ASTM Интернешнел, 100 Барр Харбор Драйв, Вест Конекшен, Штат Пенсильвания, 19428, США. Переиздается с разрешением ASTM Интернешнел.

ASTM D4529 разработан подкомитетом D02.07 Комитета ASTM D02 «Нефтепродукты и смазочные материалы».

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылочные международные стандарты актуализированы.

Перевод с английского языка (en).

Степень соответствия – идентичная (IDT).

**4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ**

2016 год
5 лет

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Нормативные документы по стандартизации», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Государственные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Государственные стандарты»

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗШЕЙ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ
АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

Дата введения 2012-07-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на определение низшей теплоты сгорания при постоянном давлении.

Настоящий стандарт применим для жидких углеводородных топлив, получаемых с помощью стандартной переработки сырой нефти.

ПРИМЕЧАНИЕ Определение полезной теплоты сгорания углеводородного топлива при температуре его анилиновой точки и плотности допустимы только тогда, когда топливо принадлежит известному классу, для которого соотношение между этими величинами было получено в результате точных экспериментальных измерений на характерных образцах данного класса. Классы топлив, использованные для установления соотношения, представленного в настоящем методе испытаний, представлены следующими применениями:

Топливо	Технические требования
Авиационное бензиновое топливо: Марки 80, 82, 100/130, и 115/145	ASTM D 910 ASTM D 6227 DEF STAN 91-90 NATO Код F-18
Авиационные турбинные топлива: JP-4, Avtag/FSII	MIL-DTL-5624 DEF STAN 91-88 NATO Код F-40
JP-5, Avcat/FSII	MIL-DTL-5624 DEF STAN 91-86 NATO Код F-44
JP-8, Avtur/FSII	MIL-DTL-83133 DEF STAN 91-87 NATO Код F-34
Jet A, Jet A-1, Avtur	ASTM D1655 DEF STAN 91-91 NATO Код F-35

Низшая теплота сгорания также определяется по ASTM D 1405.

Значения должны выражаться в единицах величин Международной системы единиц.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СТ РК 1.9-2007 «Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Порядок применения международных, региональных и национальных стандартов иностранных государств, других нормативных документов по стандартизации в Республике Казахстан».

ASTM D 129-00(2005)* Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General Bomb Method) (Метод определения серы в нефтепродуктах (общий метод испытания в бомбе).

ASTM D 240-09* Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Метод определения теплоты сгорания жидких углеводородных топлив калориметрической бомбой).

ASTM D 611-07 * Test Methods for Aniline Point and Mixed Aniline Point of Petroleum Products and Hydrocarbon Solvents (Методы испытаний анилиновой точки и смешанной анилиновой точкой нефтепродуктов и углеводородных растворителей).

ASTM D 910-11* Specification for Aviation Gasolines (Технические требования к авиационному бензину).

ASTM D 941-88** Test Method for Density and Relative Density (Specific Gravity) of Liquids by Lipkin Bicapillary Pycnometer (Метод определения плотности и относительной плотности (удельной плотности) жидкостей методом двукапиллярного пикнометра Липкина).

ASTM D 1217-93(2007)* Test Method for Density and Relative Density (Specific Gravity) of Liquids by Bingham Pycnometer (Метод определения плотности и относительной плотности (Удельной плотности) жидкости пикнометром Бингам).

ASTM D 1250-08* Guide for Use of the Petroleum Measurement Tables (Руководство для использования таблиц измерения нефти).

ASTM D 1266-07* Test Method for Sulfur in Petroleum Products (Lamp Method) (Метод определения серы в нефтепродуктах (ламповый метод).

ASTM D 1298-99(2005)* Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method (Метод определения плотности, относительной плотности (Удельной плотности) или плотности API сырой нефти и жидких нефтяных продуктов методом ареометра).

ASTM D 1405-08* Test Method for Estimation of Net Heat of Combustion of Aviation Fuels (Метод определения полезной теплоты сгорания авиационных топлив).

ASTM D 1655-11* Specification for Aviation Turbine Fuels (Технические требования к авиационным техническим топливам).

ASTM D 2622-10* Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry (Метод определения серы в нефтяных продуктах посредством рентгеновской флуоресцентной спектроскопии с дисперсией по длинам волн).

ASTM D 3120-08* Test Method for Trace Quantities of Sulfur in Light Liquid Petroleum Hydrocarbons by Oxidative Microcoulometry (Метод определения следовых количеств серы в светлых жидких нефтяных углеводородах окислительной микрокулонометрии).

ASTM D 4052-09* Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter (Метод определения плотности, относительной плотности API плотности жидкостей цифровым плотномером).

ASTM D 4294-10* Test Method for Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry (Метод определения серы в нефти и нефтяных продуктах посредством энергодисперсионной рентгеновской флуоресцентной спектроскопии).

ASTM D 4809-09* Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method) (Метод определения теплоты сгорания жидких углеводородных топлив посредством калориметрической бомбы (прецизионный метод).

* Применяется в соответствии с СТ РК 1.9

** Действует только для применения настоящего стандарта

ASTM D 5453-09* 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 общей серы в светлых углеводородах, моторного топлива в искровом зажигании, дизельное моторное топливо, и моторное масло посредством ультрафиолетовой флуоресценции).

ASTM D 6227-10* Specification for Grade 82 Unleaded Aviation Gasoline (Технические требования для авиационного бензина, не содержащего свинец марки 82).

MIL-DTL-5624* Aviation Turbine Fuels, Grades JP-4, JP-5, and JP-5/JP-8 ST (авиационные турбинные топлива, марки JP-4, JP-5, и JP-5/JP-8 ST).

MIL-DTL-83133* Aviation Turbine Fuel, Kerosene Types, NATO F-34 (JP-8), NATO F-35, and JP-8+100 (авиационные турбинные топлива, керосинного типа NATO F-34 (JP-8), NATO F-35, и JP-8+100).

DEF STAN 91-86* Aviation Turbine Fuel, High Flash Kerosene Type with Fuel System Icing Inhibitor (авиационное топливо для турбореактивных двигателей керосинного типа высокого воспламенения с противообледенительной присадкой к топливу).

DEF STAN 91-87* Aviation Turbine Fuel, Kerosene Type with Fuel System Icing Inhibitor (авиационное топливо для турбореактивных двигателей керосинного типа с противообледенительной присадкой к топливу).

DEF STAN 91-88* Aviation Turbine Fuel, Wide Cut Type with Fuel System Icing Inhibitor (авиационное топливо для турбореактивных двигателей типа широкой фракции с противообледенительной присадкой к топливу).

DEF STAN 91-90* Aviation Gasoline (авиационный бензин).

DEF STAN 91-91* Aviation Turbine Fuel, Kerosene Type, Jet A-1 (авиационное топливо для турбореактивных двигателей керосинного типа Jet A-1).

F-18* Aviation Gasoline (Авиационный бензин).

F-34* Aviation Turbine Fuel, Grade JP-8 (авиационное топливо для турбореактивных двигателей, марки JP-8).

F-35* Aviation Turbine Fuel, Jet A Type (Авиационное топливо для турбореактивных двигателей, типа Jet A-1).

F-40* Aviation Turbine Fuel, Grade JP-4 (Авиационное топливо для турбореактивных двигателей, марки JP-4).

F-44* Aviation Turbine Fuel, Grade JP-5 (Авиационное топливо для турбореактивных двигателей, марки JP-5).

ПРИМЕЧАНИЕ При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Указатель нормативных документов по стандартизации» по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Краткое содержание метода испытаний

3.1 Анилиновая точка, плотность и содержание серы в пробе определяются экспериментальными методами испытаний и низшая теплота сгорания вычисляется посредством значений, полученных настоящими методами испытаний, основанными на представленных соотношениях.

* Применяется в соответствии с СТ РК 1.9

4 Значение и использование

4.1 Настоящий стандарт предназначен для использования в качестве руководства в случаях, когда экспериментальное определение теплоты сгорания недоступно и когда определение считается удовлетворительным. Настоящий стандарт не предназначен для замены экспериментальных измерений теплоты сгорания.

ПРИМЕЧАНИЕ Процедуры экспериментального определения высшей теплотворности и низшей теплоты сгорания приведены в ASTM D240 и ASTM D4809.

4.2 Низшая теплота сгораний наблюдается во всех авиационных топливах. Вследствие того, что выхлопные газы авиационных двигателей содержат неконденсированные водяные пары, энергия, выделяемая топливом при испарении воды, не способна к восстановлению и должна высчитываться на основании расчётов высшей теплотворности, чтобы произвести расчёт низшей теплоты сгораний. Для высокой производительности самолета с ограниченным весом, низшая теплота сгорания на единицу массы и массы загрузенного топлива определяет общую зону безопасности. Надёжное функционирование авиационного двигателя также требует определенной минимальной низшей энергии при сгорании на единицу количества потребляемого топлива.

4.3 Теплота сгорания углеводородных топливных смесей медленно изменяет функциональности физических свойств смеси, теплота сгорания смеси может часто оцениваться с достаточной точностью из простых испытаний в обычных условиях плотности и температуры анилиновой точки, без помощи сложного механизма необходимого для калориметрии.

4.4 Эмпирическое квадратное уравнение для низшей теплоты сгорания топлива, не содержащего серы, было получено методом наименьших квадратов в результате точных измерений топлива, большинство из которых соответствовали требованиям, приведенным в Разделе 1 и выбранных для диапазона значений свойств.

ПРИМЕЧАНИЕ Топлива, не соответствующие техническим требованиям, были выбраны для расширения диапазона плотностей и температуры анилиновой точки выше и ниже установленных пределов во избежание концевых эффектов. Поправка содержания серы была выявлена одновременным регрессивным анализом наименьших квадратов серосодержащих топлив среди испытанных топлив.

5 Процедура

5.1 Определяют анилиновую точку температуры пробы с точностью до 0,05 °C по ASTM D611.

5.2 Определяют плотность при температуре 15 °C пробы с точностью до 0,5 кг/м³ по ASTM D 941, ASTM D1217, ASTM D1298, ASTM D 4052 и ASTM D 1250.

5.3 Определяют содержание серы с точностью до 0,02 % серы по ASTM D 129, ASTM D 1266, ASTM D 2622, ASTM D 3120, ASTM D 4294, ASTM D 5453.

Таблица 1 - Полезная теплота сгорания

Топливо,							

Топливо, ρ $\text{кг/м}^3 \times 10^{-3}$	Q_p , MJ/kg						
	A , °C						
	20	30	40	50	60	70	80
0.6500	42.8522	43.1941	43.5225	43.8376	44.1393	44.4276	44.7026
0.6600	42.8721	43.2064	43.5272	43.8347	44.1288	44.4095	44.6768
0.6700	42.8819	43.2087	43.5222	43.8223	44.1090	44.3824	44.6423
0.6800	42.8823	43.2020	43.5083	43.8013	44.0808	44.3470	44.5998
0.6900	42.8743	43.1870	43.4864	43.7723	44.0449	44.3042	44.5500
0.7000	42.8584	43.1644	43.4570	43.7362	44.0021	44.2545	44.4936
0.7100	42.8354	43.1348	43.4209	43.6935	43.9528	44.1987	44.4313
0.7200	42.8059	43.0990	43.3786	43.6449	43.8973	44.1373	44.3635
0.7300	42.7704	43.0573	43.3307	43.5908	43.8375	44.0708	44.2908
0.7400	42.7295	43.0103	43.2778	43.5318	43.7725	43.9997	44.2136
0.7500	42.6837	42.9586	43.2201	43.4683	43.7031	43.9245	44.1325
0.7600	42.6332	42.9024	43.1582	43.4007	43.6297	43.8454	44.0477
0.7700	42.5787	42.8423	43.0925	43.3294	43.5529	43.7630	43.9597
0.7800	42.5203	42.7785	43.0233	43.2547	43.4728	43.6775	43.8687
0.7900	42.4585	42.7114	42.9509	43.1771	43.3898	43.5892	43.7752
0.8000	42.3936	42.6413	42.8757	43.0967	43.3043	43.4985	43.6793
0.8100	42.3258	42.5685	42.7978	43.0138	43.2163	43.4055	43.5813
0.8200	42.2555	42.4933	42.7177	42.9287	43.1264	43.3106	43.4815
0.8300	42.1828	42.4158	42.6354	42.8417	43.0345	43.2140	43.3801
0.8400	42.1080	42.3363	42.5513	42.7528	42.9410	43.1158	43.2772
0.8500	42.0313	42.2551	42.4655	42.6624	42.8460	43.0163	43.1731
0.8600	41.9529	42.1722	42.3781	42.5707	42.7498	42.9156	43.0650
0.8700	41.8730	42.0879	42.2895	42.4777	42.6524	42.8138	42.9619
0.8800	41.7917	42.0024	42.1997	42.3836	42.5541	42.7112	42.8550
0.8900	41.7092	41.9157	42.1085	42.2886	42.4549	42.6079	42.7475

6 Вычисление

6.1 Вычисляют низшую теплоту сгорания методами А или В.

6.1.1 Метод А. Подставляют измеренные значения в Формуле (1) и вычисляют Q_p , низшую теплоту сгорания при постоянном давлении на основе отсутствия серы.

$$\begin{aligned}
 Q_p = & 22,9596 - 0,0126587 A \\
 & + 26\,640,9 (1/p) + 32,622 (A/p) \\
 & - 6,69030 \times 10^{-5} (A)^2 - 9\,217\,760 (1/p)^2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где,

ρ - Плотность при температуре 15 °С, кг/м³;
 A - температура анилиновой точки, °С;
 Q_p - низшая теплота сгорания, МДж/кг⁻¹.

ПРИМЕЧАНИЕ В системе единиц СИ низшая теплота сгорания выражается в Дж/кг⁻¹, но для практических целей более удобно будет кратное число. Мегаджоуль на килограмм (МДж/кг⁻¹) равен 10⁶ Дж кг⁻¹ и зачастую служит для выражения теплоты сгорания легкого топлива, особенно для смесей, рассматриваемых в настоящем стандарте.

6.1.2 Метод В (См. Таблицу 1). Необходимо произвести линейное интерполирование, включая значения плотности. Затем произвести линейное интерполирование на анилиновую точку внутри строки для подсчета плотности, чтобы вычислить Q_p .

6.2 Низшую теплоту сгорания, Q_p , скорректированное с учётом содержания серы определяют по Формуле (2):

$$Q'_p = Q_p - 0.1163 S \quad (2)$$

где,
 S - содержание серы, %.

6.3 Объемную теплоту сгорания определяют Формуле (3):

$$q_p = Q_p \rho \times 10^{-3} \quad (3)$$

где,
 q_p - объемная теплота сгорания, Мг.Дж м⁻¹

7 Протокол испытаний

7.1 В протоколе испытаний включают следующие данные:

7.1.1 В протоколе испытаний предоставляют значения полезной теплоты сгорания в МДж./кг., с точностью до 0,001.

7.1.2 В протоколе испытаний предоставляют значения полезной теплоты сгорания q_p в МДж м⁻¹ с точностью до 0,001.

8 Точность и погрешность

8.1 Точность. Свойство испытаний, характеризируемое близостью результатов испытаний к действительным значениям характеристик объекта с 95 % степени достоверности при использовании данных температуры анилиновой точки, плотности и содержания серы в топливе, определяемые по ASTM D 611, ASTM D 1298, и ASTM D 129.

8.1.1 Повторяемость. Разность между двумя результатами испытаний, полученными одним и тем же исполнителем на одной и той же аппаратуре при постоянных рабочих условиях на идентичном испытуемом материале при точном выполнении методов испытания, не должна превышать 0,012 МДж/кг более чем в одном случае из двадцати.

8.1.2 Воспроизводимость. Разность между двумя единичными и независимыми результатами испытания, разными исполнителями на разных лабораториях на идентичном испытуемом материале при точном выполнении методов испытания, не должна превышать 0,035 МДж/кг более чем в одном случае из двадцати.

ПРИМЕЧАНИЕ Использование сведений характеристик топлива полученных с большей или меньшей точностью, чем в указанных методах испытаний должно иметь схожесть на точность прогнозируемой теплоты сгорания

ПРИМЕЧАНИЕ В качестве руководства, оценка точности на основе объема рассчитанного топлива с плотностью в $810,0 \text{ кг/м}^3$ выглядит следующим образом:

Повторяемость	$9,7 \text{ МДж/м}^3$
Воспроизводимость	28 МДж/м^3

УДК 662.75:543.869:006.354

МКС 75.080

Ключевые слова: Авиационное топливо; высшая теплотворность; тепловая энергия; теплота сгорания; испытание на нагрев; полезная теплота сгорания.
