

## О разработке стандартного образца удельной энергии сгорания додекана (ДН-ВНИИМ)

Заречнова А. А., Корчагина Е. Н., Мишина К. А.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: a.a.zarechnova@vniim.ru

**Аннотация:** описаны этапы разработки стандартного образца удельной энергии сгорания додекана (ДН-ВНИИМ). Приведены результаты по измерению удельной энергии сгорания додекана на рабочих калориметрах и результаты пилотных сличений в рамках КОOMET, тема № 623/RU-a/2014. Проведены испытания в целях утверждения типа стандартного образца удельной энергии сгорания додекана в лаборатории калориметрии на Государственном первичном эталоне единиц энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания ГЭТ 16-2018.

**Ключевые слова:** удельная энергия сгорания, стандартный образец свойства, додекан, калориметрическая бомба, прямой калориметрический метод, аттестованное значение, расширенная неопределенность

Жидкий додекан предложен в нормативных документах в качестве вспомогательного вещества для обеспечения полноты сгорания низкокалорийного минерального топлива [1], биотоплива [2] и твердых бытовых отходов [3] в калориметрической бомбе. Поскольку ни в одном из вышеприведенных документов не указана его удельная энергия сгорания (УЭС), возникает необходимость разработки стандартного образца (СО) с установленным значением.

Додекан характеризуется высоким значением УЭС, в связи с чем, перспективен также для применения в лабораториях нефтехимической отрасли в качестве образца для внутрилабораторного контроля и при проведении испытаний новых типов бомбовых калориметров в целях утверждения типа, обеспечивая верхний диапазон удельной энергии сгорания.

Лаборатория калориметрии провела обширный комплекс исследований додекана, рассматривая его в качестве кандидата-стандартного образца удельной энергии сгорания. Первоначально были проведены измерения УЭС додекана на рабочих калориметрах [4], проанализированы результаты аналогичных измерений, проведенные метрологическим институтом РТВ (Германия) [5]. Были организованы двусторонние международные сличения в рамках КОOMET, тема № 623/RU-a/2014 [6]. Анализ полученных данных показал высокую воспроизводимость результатов измерений, однородность образца и стабильность его энергии сгорания.

С целью выяснения методологических особенностей сжигания додекана в лаборатории проводились измерения его удельной энергии сгорания в калориметрической бомбе с использованием тиглей из различных материалов (металл, кварц, платина). Исследование показало, что наиболее полное сгорания образца происходит в металлическом тигле, что подтверждается более высоким значением его УЭС.

Были проведены исследования однородности и стабильности аттестуемой характеристики, оценен бюджет неопределенности. Цикл исследований додекана завершился установлением аттестованного значения удельной энергии сгорания в лаборатории калориметрии прямым калориметрическим методом на Государственном первичном эталоне единиц энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания ГЭТ 16 [7,8,9]. Результаты представлены в Табл. 1.

На текущий момент завершена стадия разработки представленного СО, подготовлен пакет документов.

Таблица 1. Аттестованное значение и неопределенность аттестованного значения стандартного образца

Аттестуемая характеристика	Аттестованное значение, кДж/кг	Допускаемое значение относительной расширенной неопределенности (U) при коэффициенте охвата $k = 2$ и $P = 0,95$ , %
Высшая энергия сгорания, $Q$	47371	$\pm 40$

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 147-2013 Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. М.: Стандартинформ. 2014. 44 с.
- ГОСТ 33106-2014 (EN 14918:2009) Биотопливо твердое. Определение теплоты сгорания. М.: Стандартинформ. 2014. 49 с.
- ГОСТ 33108-2014 (EN 15400) Топливо твердое из бытовых отходов. Определение теплоты сгорания. М.: Стандартинформ. 2014. 49 с.
- Корчагина Е.Н., Прудаев М.Б., Мишина К.А. Новые стандартные образцы для калориметрии сжигания // Стандартные образцы в измерениях и технологиях: сб. труд. II Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 14-18 сентября 2015 г. / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [и др.]. Екатеринбург: УНИИМ, 2015. С. 156-159.
- Progress in calorimetric measurements in PTB // European association of national metrology institutes (EURAMET) [сайт]. URL: [http://www.euramet.org/index.php?eID=tx\\_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1439934720&hash=aa13c4df8288d60115ca361c3f9f19af9f3d201&file=uploads/media/3-Euramet\\_TC-T\\_TPM\\_-\\_2013-04-10\\_-\\_PTB\\_S\\_Sarge\\_vf.pdf](http://www.euramet.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1439934720&hash=aa13c4df8288d60115ca361c3f9f19af9f3d201&file=uploads/media/3-Euramet_TC-T_TPM_-_2013-04-10_-_PTB_S_Sarge_vf.pdf)
- Результаты сличений национальных эталонов энергии сгорания России и Республики Беларусь / Е.Н. Корчагина [и др.] // Метрология и измерительная техника «Метрология-2016»: сб. труд. X Междунар. науч.-тех. конф., 5-7 октября 2016, Харьков, Украина. 2016. С. 144.
- ГОСТ 21261-91 Нефтепродукты. Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. М.: Стандартинформ. 1991.
- ГОСТ ISO Guide 35-2015 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации). М.: Стандартинформ. 2014. 65 с.
- Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или средств измерений, внесения изменений в сведения о них, порядка выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения: Приказ Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2905 // Информационно правовой портал Грант.ру [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/74943857/>