

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Калориметры бомбовые модификации 5E-C5500, 5E-C5508, 5E-AC/PL

Назначение средства измерений

Калориметры бомбовые модификации 5E-C5500, 5E-C5508, 5E-AC/PL (далее – калориметры) предназначены для измерений энергии сгорания твердых и жидких топлив, в том числе угля, кокса, нефти и нефтепродуктов в лабораторных условиях.

Описание средства измерений

Принцип действия калориметров заключается в определении энергии сгорания пробы исследуемого вещества путём её сжигания в среде сжатого кислорода. Количество теплоты, выделившееся при сжигании, пропорционально удельной энергии сгорания сжигаемого вещества и его массе.

Проба исследуемого вещества помещается в калориметрическую бомбу, которая размещается в калориметрическом сосуде, автоматически заполняющемся водой перед началом опыта. Калориметрический сосуд находится в изотермической жидкостной оболочке калориметра, выполняющей функции активной изоляции калориметрической системы (калориметрического сосуда с бомбой) от внешних тепловых воздействий. Температура калориметрической оболочки в процессе проведения опыта поддерживается постоянной.

В результате выделения энергии при протекании процесса горения вещества температура воды в калориметрическом сосуде повышается. Регистрация изменений температуры сосуда осуществляется встроенным датчиком температуры, мгновенные показания которого формируют массив измеренных данных. Подъем температуры сосуда рассчитывается программным обеспечением калориметра путём обработки массива единичных значений температуры с учетом поправки на теплообмен сосуда и оболочки.

Расчет итогового результата – удельной энергии сгорания исследуемого вещества – проводится программным обеспечением калориметра с учетом данных о подъеме температуры калориметрического сосуда, массы навески исследуемого вещества и заранее известным энергетическим эквивалентом калориметрической системы.

Энергетический эквивалент – теплоемкость калориметрической системы – определяется в процессе градуировки калориметра путём сжигания навески стандартного образца (меры удельной энергии сгорания для бомбовой калориметрии).

Предусмотрена возможность проведения оценочных измерений в динамическом режиме с формированием краткого массива измеренных данных при ускоренном проведении калориметрического опыта. Метрологические характеристики калориметров при работе в динамическом режиме нормированию не подлежит. Метрологические характеристики калориметров нормированы только для изопериболического режима.

Калориметры построены по блочному принципу. Конструкция калориметров включает 3 неотъемлемых блока, обеспечивающих их работоспособность: калориметрический блок, блок термостатирования и управляющий персональный компьютер (ПК):

– калориметрический блок является основой калориметра, содержащей конструкционные элементы калориметрической системы, предназначенные для проведения калориметрического анализа: калориметрическую бомбу, калориметрический сосуд, жидкостную оболочку, измерительные электронные схемы, датчики аварийных сигналов, управляющий микроконтроллер и интерфейс связи с ПК;

– блок термостатирования (мод. 5E-C5500, 5E-C5508 – внешний блок, мод. 5E-AC/PL – встроен в калориметрический блок) используется для активного поддержания постоянной температуры жидкости в оболочке калориметров и реализует возможность проведения

измерений в изотермическом (изопериболическом) режиме. Конструкция термостата включает жидкостный резервуар, систему автоматического регулирования (нагреватель, охладитель, датчик температуры жидкости и измерительную схему) и жидкостный насос для подачи теплоносителя во внешний контур;

– персональный компьютер содержит программное обеспечение (ПО), предназначенное для управления работой калориметров, обработки измерительной информации и представления полученных результатов.

Модификация калориметрического блока калориметра 5E-C5500 является базовой. Модификация 5E-C5508 снабжена механизмом автоматического подъема/опускания бомбы в калориметрический сосуд и системой автоматического заполнения калориметрической бомбы кислородом. В модификации 5E-AC/PL блок термостатирования встроен в корпус калориметрического блока: автоматическая система перекачки воды из калориметрической системы в изотермическую оболочку и резервуар термостата обеспечивает ее непрерывное охлаждение в сериях долговременных измерений. Перечисленные конструкционные различия блоков не оказывают влияния на метрологические характеристики калориметров.



Рисунок 1 – Общий вид калориметра бомбового мод. 5E-C5500
(позиция «п» обозначает место нанесения знака поверки)



Рисунок 2 – Общий вид калориметра бомбового мод. 5E-C5508
(позиция «п» обозначает место нанесения знака поверки)



Рисунок 3 – Общий вид калориметра бомбового мод. AC/PL
(позиция «п» обозначает место нанесения знака поверки)

Программное обеспечение

ПО калориметров бомбовых модификаций 5E-C5500, 5E-C5508, 5E-AC/PL «5E Analysis System» устанавливается на персональном компьютере, входящем в комплект поставки калориметров, и работает под управлением операционной системы Microsoft Windows. Разделение ПО на отдельные модули и/или исполняемые файлы с выделением метрологически значимой части не предусмотрено (все ПО «5E Calorimeter Analysis System» считается метрологически значимым).

ПО является неотъемлемой частью калориметров, обеспечивает их работоспособность, и выполняет следующие операции:

- управление работой калориметров путём взаимодействия со встроенным микроконтроллером калориметрического блока посредством двунаправленного интерфейса RS-232;
- автоматическое считывание заводских номеров используемых калориметрических бомб в процессе опыта;
- обработка измеренных данных калориметрических экспериментов, расчет конечных результатов;
- представление результатов (архивирование, печать протоколов измерений, импорт массивов данных в файлы форматов «база данных», «электронная таблица»);
- обмен информацией с микроаналитическими лабораторными весами по интерфейсу RS-232, получение значений массы навески исследуемого вещества для последующих расчетов;
- вывод информационных и аварийных сигналов;
- предоставление возможности управления двумя калориметрическими блоками одной модификации при помощи одного ПК.

Дистрибутив ПО «5E Calorimeter Analysis System» предоставляется на электронном носителе в комплекте поставки калориметра, установочный пакет является единым для всех модификаций калориметров. При установке/обновлении ПО модуль установки производит обмен информацией с микроконтроллером калориметрического блока для определения используемой модификации калориметра, диагностики его состояния и исправности.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения калориметров

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	5E Calorimeter Analysis System
Номер версии ПО ¹⁾	4.1
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО ²⁾	103177945EE5CC6C11D357131C0DA0A6

Примечания:
¹⁾ – Номер версии ПО действителен не ниже указанного в таблице (допустимо обновление ПО, официально подтвержденное Изготовителем);
²⁾ – Контрольная сумма ПО рассчитана по алгоритму MD5 и указана применительно к текущей версии ПО.

Уровень защиты ПО «5E Calorimeter Analysis System» и измерительной информации от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с п. 4.5 документа Р 50.2.077–2014 соответствует уровню «средний».

Микропрограмма (прошивка) внутреннего микроконтроллера калориметрического блока имеет полную защиту от преднамеренных или непреднамеренных изменений, реализованную изготовителем на этапе производства (система защиты микроконтроллера от чтения и записи).

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	5E-C5500	5E-C5508	5E-AC/PL
Диапазон измерений энергии сгорания, кДж	от 8 до 40		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергии сгорания, %	±0,2		
Предел допускаемого относительного среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерений энергии сгорания, %	0,1		

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	5E-C5500	5E-C5508	5E-AC/PL
Тип калориметрической оболочки	изопериболический		
Заполнение калориметрической бомбы кислородом	полу-автоматическое	автоматическое	полу-автоматическое
Подъем калориметрической бомбы	ручной	автоматический	ручной
Разрешающая способность регистрации изменения температуры калориметрической системы, °С	0,0001		
Габаритные размеры (высота, ширина, глубина), мм, не более: – калориметрический блок – блок термостатирования	480*500*420 370*500*420	580*550*550 370*500*420	580*550*950 –
Масса, кг, не более	75	80	71
Время калориметрического эксперимента, мин – в динамическом режиме – в изопериболическом режиме	10 15		– 15
Напряжение питания однофазного переменного тока стандартной частоты, В	230±10%		
Потребляемая мощность, Вт, не более	500		
Условия эксплуатации: – диапазон температуры окружающей среды, °С – относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	от +18 до +25 80		
Вместимость калориметрической бомбы, см ³	300		
Показатели надежности: – время наработки на отказ, ч, не менее – средний срок службы, лет	5000 10		

Знак утверждения типа

наносится на лицевую поверхность корпуса калориметрического блока (под эмблемой фирмы-изготовителя) в виде наклейки и типографским способом на титульный лист Руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность калориметров

Наименование	Обозначение	Количество
калориметрический блок	–	1 шт.
калориметрическая бомба	–	1 шт.
термостат жидкостный	«Chiller»	1 шт. (кроме мод. 5E-AC/PL)
устройство заполнения калориметрической бомбы кислородом	–	1 шт. (кроме мод. 5E-C5508)
комплект ЗИП и расходных материалов	–	1 шт.
комплект: ПК, принтер, дистрибутив ПО	–	1 шт.
руководство по эксплуатации	РЭ 5E-C5500, версия 1.0 (для мод. 5E-C5500) РЭ 5E-C5508, версия 1.0 (для мод. 5E-C5508) РЭ 5E-AC/PL, версия 1.0 (для мод. 5E-AC/PL)	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу ГОСТ Р 8.789-2012 "ГСИ. Калориметры сжигания с бомбой. Методика поверки".

Основное средство поверки: ГСО 5504-90 Бензойная кислота «К-3» (рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.667-2009).

Допускается применение средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых калориметров с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) на калориметр (см. рис. 1 – 3).

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе, а также в нормативных документах:

ГОСТ 147-95 (ИСО 1928-76) Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания.

ГОСТ 21261-91 Нефтепродукты. Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калориметрам бомбовым модификаций 5E-C5500, 5E-C5508, 5E-AC/PL

ГОСТ Р 8.789-2012 ГСИ. Калориметры сжигания с бомбой. Методика поверки.

ГОСТ Р 8.667-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания (калориметров сжигания).

Техническая документация фирмы-изготовителя.

Изготовитель

Фирма «Changsha Kaiyuan Instruments Co., LTD», Китай
Адрес: № 172 Kaiyuan Road, Changsha, 410100, P.R. China
Телефон/факс: +86 731 84021617 / +86 731 84066915
Web-сайт: <http://www.ckic.net>
E-mail: info@ckic.net

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Региональная торговая компания «РосАква» (ООО «РТК «РосАква»), ИНН 7810846669
Адрес: 199106, Санкт-Петербург, Большой пр. В.О. д. 80, офис № 610
Телефон/факс: +7 (812) 332-94-05 / +7 (812) 332-94-05
Web-сайт: <http://www.rosaqua.ru>
E-mail: info@rosaqua.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»
Адрес: 190005 Санкт-Петербург, 190005, Московский пр., 19
Телефон/факс: +7 (812) 251-76-01 / +7 (812) 713-01-14
Web-сайт: <http://www.vniim.ru>
E-mail: info@vniim.ru
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «____» _____ 2017 г.