

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин



Государственная система обеспечения единства измерений

Калориметры сгорания бомбовые АБК-1В

Методика поверки

МП 2414-0078-2025

Руководитель лаборатории эталонов и
научных исследований в области
калориметрии сжигания и
высокочистых органических веществ
метрологического назначения (НИЛ 2414)

Е.Н. Корчагина

Инженер II категории лаборатории эталонов и
научных исследований в области
калориметрии сжигания и
высокочистых органических веществ
метрологического назначения (НИЛ 2414)

А.А. Заречнова

Санкт-Петербург
2025 г

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на все калориметры сгорания бомбовые АБК-1В (далее – калориметры), находящиеся в эксплуатации и вновь вводимые в эксплуатацию, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость в соответствии с ГОСТ 8.026-2024 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания» к Государственному первичному эталону единиц энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания ГЭТ 16-2018.

Передача единицы удельной энергии сгорания осуществляется методом прямых измерений путем сжигания стандартного образца утвержденного типа ГСО 5504-90 «Бензойная кислота марки К-3» и сравнения полученных результатов с аттестованным значением удельной (высшей) энергии сгорания.

Проведение поверки в сокращенном объеме не допускается.

1.3 Настоящая методика поверки применяется для поверки калориметров сгорания бомбовых АБК-1В, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики калориметров сгорания бомбовые АБК-1В:

Таблица 1 – Метрологические характеристики калориметров сгорания бомбовые АБК-1В

Наименование характеристики	Значение
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности калориметра, %	0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности калориметра, %	±0,1

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Структурный элемент настоящей методики
	первой поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	п.7
2. Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	п.8

средства измерений			
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	п. 9
4. Определение метрологических характеристик средства измерений: — определение относительного среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности — определение относительной погрешности калориметра	Да	Да	п. 10
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	п. 11

2.2 Проверку прекращают, если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +18 до +28
 - относительная влажность окружающего воздуха, % от 20 до 80

3.2 При проведении поверки должны отсутствовать вибрация, удары и оборудование, интенсивно излучающее тепло, создающее мощные потоки воздуха и сильное электромагнитное излучение.

3.3 Не допускается попадание на корпус калориметра прямых лучей солнечного света.

3.4 При несоблюдении требований к условиям проведения поверки, поверку калориметра прекращают.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Лица, выполняющие работы по настоящей методике поверки, должны соответствовать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках или профессиональных стандартах для выполняемого вида профессиональной деятельности, должны пройти повышение квалификации в области поверки средств теплофизических и температурных измерений.

4.2 К выполнению измерений и обработке результатов допускаются лица, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией поверяемого калориметра, применяемых СИ и используемого оборудования и требованиями настоящей методики.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки и их технические и/или метрологические характеристики

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения проверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры, относительной влажности воздуха: Диапазон измерений температуры от 10 °C до 30 °C; пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,5 °C. Верхний предел диапазона измерений относительной влажности не ниже 80 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ±4 %.	Термогигрометр автономный ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
п. 8.2 Подготовка к поверке	Весы лабораторные I класса точности по ГОСТ OIML R 76-1, с действительной ценой деления шкалы d не более 0,0001 г	Весы лабораторные электронные CUBIS мод. MSA524S-1CE-DI (Номер в ФИФ ОЕИ 49613-12)
	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018	
	Фосфорный ангидрид по ТУ 2642-001-56278322-2008	
	Пресс для брикетирования	
	Посуда и оборудование лабораторные стеклянные по ГОСТ 25336-82	

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения проверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик	<p>СО удельной энергии сгорания в соответствии с ГОСТ 8.026-2024 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания»:</p> <p>ГСО 5504-90 «Бензойная кислота марки К-3», стандартный образец утвержденного типа 1-го разряда, аттестованное значение удельной (высшей) энергии сгорания стандартного образца, составляющая (26434 ± 5) кДж/кг при приведении массы навески образца к вакууму, и (26454 ± 5) кДж/кг при взвешивании стандартного образца в воздухе; молярная доля основного компонента – не менее 99,990 %</p>	ГСО 5504-90 "Бензойная кислота К-3"
	Редуктор высокого давления для кислорода по ГОСТ 12.2.008-75 с манометрами по ГОСТ 2405-89	
	Кислород газообразный технический или медицинский по ГОСТ 5583-78	
	Гидроксид калия по ГОСТ 24363-80 или гидроксида натрия по ГОСТ 4328-77	
	Раствор метилового оранжевого индикатора по ГОСТ 4919.1-2016	
<i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</i>		

5.2 Средства измерений, применяемые при проведении поверки калориметра, должны быть поверены в установленном порядке, результаты поверки должны быть внесены в ФИФ ОЕИ.

5.3 Стандартный образец утвержденного типа, применяемый при проведении поверки калориметра, должен иметь действующий паспорт СО.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При подготовке и проведении работ по поверке калориметра в соответствии с требованиями настоящей методики необходимо соблюдать требования безопасности и производственной санитарии, установленные требованиями ГОСТ 12.1.007 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009, а также приведенными в эксплуатационной документации на применяемые СИ и оборудование.

6.2 Запрещается работать с оборудованием при отсутствии защитного заземления, если оно предусмотрено его конструкцией. Заземление должно быть выполнено в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии (утв. Приказом Минэнерго России от 12.08.2022 № 811).

6.3 При работе с кислородом под давлением соблюдают Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением (утв. Приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536) и требования ГОСТ 949.

6.4 Кислородный редуктор с манометрами должен иметь паспорт предприятия-изготовителя с отметкой годности в свидетельстве о приемке.

6.5 Запрещается наклоняться над калориметром в момент зажигания образца.

6.6 Помещение должно быть снабжено системой приточной и/или вытяжной вентиляции, выполненной в виде вытяжки (тяги, свечи, вытяжного шкафа).

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого калориметра следующим требованиям:

- соответствие комплектности и маркировки требованиями ЭД на калориметр;
- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие внешних повреждений, способных повлиять на работоспособность калориметра;
- исправность органов управления, настройки, коррекции, отображения данных

— отсутствие у калориметрических бомб внутренних и внешних повреждений, трещин, вмятин, следов механических воздействий, нарушающих целостность корпуса, а также коррозии корпуса и составных элементов.

7.2 Этап внешнего осмотра считается пройденным, если калориметр и калориметрические бомбы соответствует п. 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки проводят с использованием средств измерений, указанных в таблице 3, в соответствии с п. 3.1 настоящей методики поверки и требованиями их эксплуатационной документации.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Подготовить стандартный образец утвержденного типа: исходное вещество (ГСО 5504-90) в порошке выдержать в эксикаторе (ГОСТ 25336) с осушителем не менее 3-х суток перед брикетированием. Готовые брикеты бензойной кислоты выдержать в эксикаторе с осушителем не менее одних суток до начала поверки.

Приготовить при помощи пресса не менее 6 брикетов (таблеток) бензойной кислоты ГСО 5504-90 для каждой используемой бомбы таким образом, чтобы каждый из брикетов был массой $(1,00 \pm 0,01)$ г. Для определения массы брикетов бензойной кислоты рекомендуется использовать весы в соответствии с таблицей 3.

8.2.2 Проверить наличие аттестата, подтверждающего проведение испытаний калориметрических бомб гидравлическим давлением не менее 10,8 МПа, например, по ПА 400.00 463-2008. Гидравлические испытания калориметрической бомбы во внеочередном порядке проводят в случае износа или повреждения резьбы на корпусе и крышке бомбы.

8.2.3 Перед проведением каждого измерения необходимо обезжирить внутреннюю и внешнюю поверхности калориметрической бомбы, а также элементы подвеса тигля и электроды поджига, после чего промыть дистиллированной водой, затем просушить до полного высыхания. Процедуру обезжиривания необходимо проводить даже при отсутствии явных следов масла и жира на элементах бомбы.

8.2.4 Если при поверке калориметра используется ранее эксплуатировавшийся тигель, то проверить его на наличие загрязнений и/или нагара. В случае обнаружения загрязнений и/или нагара тигель очистить механическим способом, после чего обезжирить его внутреннюю и внешнюю поверхности, затем промыть дистиллированной водой и просушить до полного высыхания.

Формы и размеры тигля влияют на полноту сгорания навески топлива. Тигли должны быть плоскодонными с плавным, закругленным переходом от дна к стенкам. Для сжигания бензойной кислоты подходит любой из тиглей, предназначенных для сжигания углей. Однако, если в таком тигле после сжигания обнаруживают сажу, то последующее сжигание необходимо провести в легком и неглубоком тигле из платины или хромоникелевой фольги (рекомендуемые размеры тигля: диаметр 15 мм, глубина 7 мм, толщина стенки 0,25 мм).

8.2.5 Проверить наличие актуального значения энергетического эквивалента для используемой калориметрической бомбы, полученного при градуировке калориметра в течение срока межповерочного интервала.

8.2.5.1 Актуальное значение ЭЭ для применяемой бомбы должно быть внесено в настройки ПО калориметра.

8.2.5.2 Контрольные определения энергетического эквивалента провести в соответствии с ЭД на калориметр.

8.2.6 Подготовить реактивы и оборудование для определения азотной кислоты в смыве бомбы:

- подготовить 0,1 моль/дм³ раствор гидроксида калия или гидроксида натрия и 0,1%-ный спиртовой раствор метилового оранжевого индикатора;
- подготовить оборудование для титрования;

8.2.7 Допускается проведение поверки калориметров без процедуры титрования. В таком случае необходимо заполнить калориметрическую бомбу кислородом, далее выпустить кислород до $(3 \pm 0,5)$ МПа, после чего заполнить бомбу кислородом до требуемого давления повторно. В таком случае п. 8.2.6 не выполняется, поправка на азотную кислоту к результату измерения не применяется.

8.2.8 Установить исправность системы, предназначенной для наполнения калориметрической бомбы кислородом под давлением (в том числе, отсутствие вмятин, трещин, разрывов, перегибов и следов коррозии на магистралях и сосудах с кислородом под давлением).

8.3 Опробование

8.3.1 Калориметр поверяют на месте его постоянной эксплуатации.

8.3.2 Допускается проведение поверки калориметра вне места постоянной эксплуатации в следующих случаях: при выпуске из производства (на территории изготовителя), при проведении обслуживания на территории сервисного центра, а также в иных случаях на территории государственного научного метрологического института или государственного регионального центра метрологии с последующим контролем точности на месте постоянной эксплуатации.

8.3.3 Перед проведением поверки выдержать калориметр во включенном состоянии до готовности к проведению измерений в течение времени, предусмотренного в пункте 7 РЭ.

8.3.4 При опробовании проверить соответствие функционирования основных узлов калориметра, элементов управления и программного обеспечения согласно требованиям, изложенным в ЭД калориметра.

8.3.5 Калориметр считается пригодным к проведению поверки в случае успешного выполнения всех операций опробования.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Этап поверки заключается в подтверждении соответствия идентификационных данных метрологически значимой части ПО калориметра данным, указанным в его описании типа.

9.1.1 Наименование ПО «ПО калориметра сгорания бомбового АБК-1В» может не отображаться на дисплее средства измерений

9.1.2 Наименование ПО «Программный комплекс Калориметр 3.0» для версии 3.0.x.xx отображается в зависимости от типа используемого модуля

9.2 При проведении поверки калориметров сгорания бомбовых АБК-1В нет необходимости в проверке встроенного программного обеспечения, так оно является неизменным для всех экземпляров средства измерений.

9.3 Этап поверки считается выполненным, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют данным, указанным в описании типа поверяемого калориметра.

9.4 В случае несоответствия идентификационных данных (признаков) метрологически значимой части ПО данным, указанным в описании типа, поверку прекращают.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Для определения относительной погрешности калориметра и среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности проводят серию из 6 калориметрических опытов по сжиганию бензойной кислоты в таблетках (брикетах), подготовленных в соответствии с 8.2.1. Процедуру измерения проводят, руководствуясь ЭД калориметра.

10.2 Определение относительного среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности

Обработку результатов измерений проводят с использованием ПО калориметра, которое позволяет получить значение удельной энергии сгорания образца.

СКО случайной составляющей погрешности, полученное в серии из шести измерений ($N=6$), рассчитывают по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_i - \bar{Q})^2}{N-1}}, \quad (1)$$

где Q_i – i -й результат измерения высшей энергии сгорания (i - единичное измерение);

$$\text{где } \bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N} \quad (2)$$

Относительное СКО (S_o), %, рассчитывают по формуле:

$$S_o = \frac{S}{\bar{Q}} \times 100 \quad (3)$$

10.3 Полученные в ходе поверки единичные результаты измерений условно разбивают на 3 пары. Находят абсолютное расхождение между результатами двух измерений в первой, во второй и в третьей паре измерений:

$$|Q_1 - Q_2|, |Q_3 - Q_4| \text{ и } |Q_5 - Q_6| \quad (4)$$

где $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ – результаты шести последовательных измерений высшей теплоты сгорания, проведённых в рамках одной серии испытаний.

Абсолютное расхождение между результатами двух измерений в первой и во второй паре измерений сравнивают с пределом повторяемости (r), равный 37 кДж/кг, который для случая двух измерений можно вычислить по формуле

$$r = 2,8S_{\text{нормир}}, \quad (5)$$

где

$$S_{\text{нормир}} = \frac{S_{0, \text{нормир}} \cdot 26454}{100}, \quad (6)$$

где $S_{0, \text{нормир}}$ – предел допускаемого относительного СКО случайной составляющей погрешности калориметра (см. таблицу 1).

10.4 Если абсолютное расхождение между результатами двух измерений в первой и во второй паре измерений не превышает предела повторяемости (r), равный 37 кДж/кг, то в каждой паре в качестве окончательного результата рассчитывают среднее арифметическое значение результатов двух измерений:

$$\bar{Q}_1 = \frac{Q_1 + Q_2}{2} \text{ и } \bar{Q}_2 = \frac{Q_3 + Q_4}{2} \quad (7)$$

10.5 Если абсолютное расхождение между результатами двух измерений в одной из пар измерений превышает предел повторяемости (r), равный 37 кДж/кг, то находят абсолютное расхождение между результатами двух измерений в третьей паре измерений и сравнивают с пределом повторяемости (r):

$$|Q_5 - Q_6| \quad (8)$$

10.6 Если расхождение не превосходит предельное значение (r), то рассчитывают окончательный результат для третьей пары как среднее арифметическое значение

$$\bar{Q}_3 = \frac{Q_5 + Q_6}{2} \quad (9)$$

10.7 Определение относительной погрешности калориметра

Погрешность калориметра рассчитывают для каждой из двух пар с приемлемыми результатами измерений по формуле:

$$\Delta_i = \bar{Q}_i - Q_{sm}, \quad (10)$$

где Q_{sm} - удельная энергия сгорания, равная 26454 кДж/кг при взвешивании навески бензойной кислоты в воздухе; $i=1,2$.

Относительную погрешность калориметра для двух пар с приемлемыми результатами рассчитывают по формуле:

$$\Delta_{1,o} = \frac{\bar{Q}_i - Q_{sm}}{Q_{sm}} \times 100 \quad (11)$$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Калориметры признают соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения по п. 10.2 и п. 10.7 не превышают значения, указанные в таблице 1 методики поверки.

11.2 При невыполнении хотя бы одного из условий, указанных в п. 11.1, выявляют и устраниют причины, влияющие на разброс показаний, и проводят новое измерение, которое включают в полученную серию измерений взамен неудовлетворительного результата. Если указанные действия не приводят к получению удовлетворительного результата, то калориметр признают непригодным к применению и выполняют действия в соответствии с п. 12.3.

12 Оформление результатов поверки

12.1 По результатам проведения поверки калориметра оформляют протокол поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А. Пример заполнения протокола поверки приведен в Приложении Б.

12.2 Калориметры, удовлетворяющие требования всех пунктов настоящей методики поверки, признают годными к применению и вносят результаты поверки в ФИФ ОЕИ. По заявлению владельца калориметра или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки в установленном месте и способом, указанным в описании типа калориметра и ЭД изготовителя, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) калориметра вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.3 Отрицательные результаты поверки вносят в ФИФ ОЕИ. По заявлению владельца калориметра или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Всего листов _____ Лист _____

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № XXXX от XX. XX. 20 XX г.

Наименование средства измерения, тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Год выпуска (при необходимости)	
Заказчик (наименование и юридический адрес) (при необходимости)	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	

Методика поверки _____

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в ФИФ ОЕИ	Метрологические характеристики

Предъявлен/не предъявлен аттестат (протокол, сертификат) о проведении гидравлических испытаний №_____ срок годности до _____

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, ° С	от + 18 до + 28	
Относительная влажность воздуха, %	от 20 до 80	
Атмосферное давление, кПа	—	

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр: _____
2. Опробование: _____
3. Подтверждение соответствия ПО _____
4. Результаты измерений удельной энергии сгорания эталонной меры _____

Номер измерения	Результаты измерений удельной энергии сгорания Q_i , кДж/кг	$ Q_i - Q_{i+1} $, кДж/кг	\bar{Q}_i , кДж/кг	$\Delta_i = \bar{Q}_i - Q_{\text{эт}}$, кДж/кг
1				

2				
3				
4				
5				
6				
Среднее арифметическое значение \bar{Q} , кДж/кг				
СКО случайной составляющей погрешности, кДж/кг				
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_i - \bar{Q})^2}{5}}$				

Метрологические характеристики калориметра:

Наименование МХ	Формула	№ бомбы, _____	Нормированные значения, %
Относительное СКО случайной погрешности, %	$S_o = \frac{S}{\bar{Q}} \times 100$		не более 0,05
Относительная погрешность в первой паре, %	$\Delta_{i,o} = \frac{\bar{Q}_i - Q_{om}}{Q_{om}} \times 100$		не более $\pm 0,1$
Относительная погрешность во второй паре, %			

Заключение: СИ соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признано годным (непригодным) к применению.

Проверку произвел: _____ (ФИО) _____ (подпись) _____ (дата)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
 Всего листов _____ Лист _____

ПРИМЕР ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ № XXXX от XX. XX. 20 XX г.

Наименование средства измерения, тип	Калориметр сгорания бомбовый АБК-1В
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	42600-09
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	XXXXXXX
Год выпуска (при необходимости)	20XX
Заказчик (наименование и юридический адрес) (при необходимости)	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 190005, город Санкт-Петербург, Московский пр., д.19
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 190005, город Санкт-Петербург, Московский пр., д.19

Методика поверки

МП 2414-0078-2025 «ГСИ. Калориметры сгорания бомбовые АБК-1В. Методика поверки»

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в ФИФ ОЕИ	Метрологические характеристики
ГСО 5504-90 «Бензойная кислота К-3» партия № 138, срок годности до 24.10.2026 г	удельная энергия сгорания в стандартных (бомбовых) условиях: 26454 кДж/кг (при взвешивании на воздухе) с абсолютной погрешностью аттестованного значения 5 кДж/кг при доверительной вероятности 0,95
Весы неавтоматического действия MSA524S-1CE-DU, рег. № 49613-12, зав. № 34005718, свидетельство о поверке № С-В/05-09-2024/378668172, действительно до 05.09.2025 г.	Диапазон измерений - (0,01 ÷ 520) г Действительная цена деления, е - 0,0001 г
Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11, зав. № 2499, свидетельство о поверке № С-СП/13-05-2024/338194709, действительно до 12.05.2025 г.	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, не более: – температуры: ±0,3 °C; – атмосферного давления: ±2,5 гПа; – относительной влажности: ±2 %.

Предъявлен аттестат (протокол, сертификат) о проведении гидравлических испытаний
 № 2414/069-2024 срок годности до 02.12.2025

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, ° С	от + 18 до + 28	23,0
Относительная влажность воздуха, %	от 20 до 80	43,0

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр: Калориметр соответствует требованиям п.7 МП 2414-0078-2025
2. Опробование: Калориметр соответствует требованиям п.8.3 МП 2414-0078-2025
3. Подтверждение соответствия ПО номер версии и наименование ПО соответствуют
указанным в описании типа калориметра
4. Результаты измерений удельной энергии сгорания ГСО 5504-90

Номер измерения	Результаты измерений удельной энергии сгорания Q_i , кДж/кг,	$ Q_i - \bar{Q}_{i+1} $, кДж/кг	\bar{Q} , кДж/кг	$\Delta_i = \bar{Q}_i - Q_{\text{ср}}$, кДж/кг
1	26431		26430	- 24
2	26429	2		
3	26453			
4	26446	7	26450	-4
5	26439			
6	26465	-	-	-
Среднее арифметическое значение \bar{Q} , кДж/кг	26444	-	-	-
СКО случайной составляющей погрешности, кДж/кг	13,75	-	-	-
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_i - \bar{Q})^2}{5}}$		-	-	-

Метрологические характеристики калориметра:

Наименование МХ	Формула	№ бомбы, XXXXX	Нормированные значения, %
Относительное СКО случайной погрешности, %	$S_o = \frac{S}{Q} \times 100$	0,05	не более 0,05
Относительная погрешность в первой паре, %	$\Delta_{i,o} = \frac{\bar{Q}_i - Q_{sm}}{Q_{sm}} \times 100$	-0,09	не более $\pm 0,1$
Относительная		-0,02	

погрешность во второй паре, %			
-------------------------------	--	--	--

Заключение: СИ соответствует предъявляемым требованиям и признано годным к применению.

Проверку произвел: Иванов И.И. _____ XX.XX.20XX
(ФИО) _____ (подпись) _____ (дата)

Нормативные ссылки

ГОСТ 8.026-2024 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания

ГОСТ 8.395-80 ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

ГОСТ OIML R 76-1-2011 ГСИ. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ 949-2023 Баллоны стальные бесшовные на рабочее давление не более 30,0 МПа (305,9 кгс/см²) вместимостью не более 100 л для транспортировки, хранения и использования газов. Технические условия

ГОСТ 24363-80 Реактивы. Калия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 4328-77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 4919.1-2016 Реактивы и особо чистые вещества. Методы приготовления растворов индикаторов

ГОСТ Р 58144-2018 Вода дистиллированная. Технические условия

ПА 400.00 463—2008. Бомбы калориметрические. Программа и методика первичной и периодической аттестации.

ГОСТ Р 58144-2018 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры.

ГОСТ 12.2.008-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий. Требования безопасности

ГОСТ 2405-88 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягометры и тягонапоромеры. Общие технические условия

ГОСТ 5583-78 (ИСО 2046-73) Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия

ГОСТ 24363-80 Реактивы. Калия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 4328-77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 4919.1-2016 Реактивы и особо чистые вещества. Методы приготовления растворов индикаторов