

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

М.п. «15» 04 2025 г.

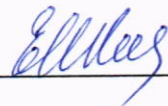
Государственная система обеспечения единства измерений

Калориметры сгорания бомбовые АБК-1В

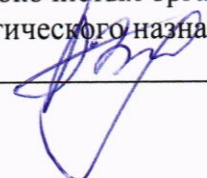
Методика поверки

МП 2414-0078-2025

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

 Е.Н. Корчагина

Инженер II категории лаборатории эталонов и
научных исследований в области
калориметрии сжигания и
высокоочищенных 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, %	$\pm 0,1$

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
	первичной 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 Поверку 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, °С 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 °С до 30 °С; пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °С. 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 поверки	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	
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

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

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 требованиям 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 соответствуют 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:

- приготовить 0,1 моль/дм³ раствор гидроксида калия или гидроксида натрия и 0,1%-ный спиртовой раствор метилового оранжевого индикатора;
- приготовить 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 проверяют 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

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

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:

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

где $Q_{эм}$ - 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:

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

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 устраняют 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	$\Delta_i = \bar{Q}_i - Q_{эт}$ 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, %	$\Delta_{i,o} = \frac{\bar{Q}_i - Q_{эт}}{Q_{эт}} \times 100$		не более $\pm 0,1$
Относительная погрешность во второй паре, %			

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

Поверку 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	XXXXXXXX
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 °С; – 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, °C	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 - Q_{i+1} $, кДж/кг	\bar{Q} , кДж/кг	$\Delta_i = \bar{Q}_i - Q_{эт}$, кДж/кг
1	26431	2	26430	- 24
2	26429			
3	26453	7	26450	-4
4	26446			
5	26439	—	—	—
6	26465			
Среднее арифметическое значение \bar{Q} , кДж/кг	26444	—	—	—
СКО случайной составляющей погрешности, кДж/кг $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_i - \bar{Q})^2}{5}}$	13,75	—	—	—

Метрологические характеристики калориметра:

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

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, тягомеры 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