

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова Н.В. Иванникова

«17» февраля 2020 г.

Государственная система по обеспечению единства измерений

Калибраторы давления Crystal
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 202-006-2020

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на калибраторы давления Crystal (далее по тексту - калибраторы) предназначены для измерений избыточного, давления-разрежения, абсолютного и барометрического давления, разности давлений, напряжения постоянного тока, а также для измерений, воспроизведений (регулирования) сигналов силы постоянного электрического тока.

Настоящая методика устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) поверок калибраторов.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010 ГПЭ единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа, к государственному эталону ГЭТ 101-2011 (Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па); ГЭТ 4-91 ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока, к национальному государственному эталону ГЭТ13-2001 (Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения).

Допускается в соответствии с заявлением владельца СИ проведение поверки калибратора с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, только по одному выходному сигналу с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Допускается в соответствии с заявлением владельца СИ проведение поверки калибратора с несколькими измеряемыми величинами только по одной измеряемой величине с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	да	да
2	Опробование	7.2	да	да
3	Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.3	да	да
4	Определение основной погрешности измерения в режиме измерений давления	7.4	да	да
5	Определение погрешности измерения в режиме измерений напряжения и измерений и воспроизведений силы постоянного тока	7.5	да	да
6	Оформление результатов поверки	8	да	да

3. Средства поверки

Средства измерений, используемые при поверке калибраторов должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку. Используемые эталоны единиц величин, должны иметь свидетельство об аттестации эталона единицы величины, действующее на момент поверки.

При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование и средства измерений

№ п/п	Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки и вспомогательного оборудования
1	Манометр абсолютного давления МПА-15	Верхний предел измерений 400 кПа, нижний предел измерений 0,133 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ±6,65 Па в диапазоне от 0,133 до 13,3 кПа, ±13,3 Па в диапазоне св. 13,3 до 133 кПа, ±0,01 % от измеряемого значения давления в диапазоне св. 133 до 400 кПа
2	Манометр грузопоршневой МП-2,5	Верхний предел измерений 0,25 МПа, нижний предел измерений 0 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ±2,5 Па в диапазоне от 0 до 25 кПа, ±0,01 % от измеряемого значения давления в диапазоне св. 25 до 250 кПа
3	Манометр грузопоршневой МП-6	Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ±0,005 % от измеряемого значения давления.
4	Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ±0,005 % от измеряемого значения давления
5	Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1,25 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ±0,01 % от измеряемого значения давления
6	Манометр грузопоршневой МП-2500	Диапазон измерений от 5 до 250 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ±0,02 % от измеряемого значения давления
7	Калибраторы-контроллеры давления РРС	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений и генерации давления, % ±0,008; ±0,01; (измерения) ±0,009; ±0,011; ±0,013; ±0,014 (генерация)
8	Барометр образцовый переносный БОП-1М,	Диапазон измерений от 0,5 до 280 кПа. Пределы допускаемой погрешности: - абсолютной, в диапазоне от 0,5 до 110 кПа: ±10 Па - относительной, в диапазоне св. 110 до 280 кПа: ±0,01 %
9	Барометр рабочий специальный БРС - 1С	Диапазон измерений от 0,5 до 110 кПа. Пределы допускаемой погрешности абсолютной: ±20 Па, ±33 Па
	Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5	Диапазон измерений от 0 до 0,25 МПа избыточного давления. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: ±2 Па, ±5 Па Диапазон измерений от 0 до 95 кПа вакуумметрического давления. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,02 % от измеряемого давления ±0,05 % от измеряемого давления

	Микроманометр жидкостной компенсационный с микрометрическим винтом МКВК-250	Диапазон измерений от 0 до 2,5 кПа. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,02$ % от диапазона измерений
12	Калибратор многофункциональный с усилителем 5720А	Диапазон генерирования силы постоянного тока: от 0 до 25 мА, Пределы допускаемой основной погрешности: в диапазоне от 0 до 20 мА $\pm(35 \cdot 10^{-6} \cdot X + 40 \text{ нА})$, в диапазоне от 20 до 25 мА $\pm(45 \cdot 10^{-6} \cdot X + 700 \text{ нА})$
13	Мультиметр цифровой прецизионный 8508А	Диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 55 мА: Пределы допускаемой основной погрешности: в диапазоне от 0 до 20 мА $\pm(0,0014 \cdot X + 0,04 \text{ мкА})$, в диапазоне от 20 до 55 мА $\pm(0,0048 \cdot X + 0,8 \text{ мкА})$; Диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 28 В: Пределы допускаемой основной погрешности: в диапазоне от 0 до 20 В $\pm(0,00035 \cdot X + 4 \text{ мкВ})$, в диапазоне от 20 до 28 В $\pm(0,00055 \cdot X + 40 \text{ мкВ})$

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью, при условии обеспечения ими условий и проведения поверки в соответствии с разделами 4 и 5.

Допускается применение аналогичного вспомогательного оборудования при условии обеспечения ими условий поверки в соответствии с разделом 4.

4. Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации регистраторов и используемых средств поверки.

5. Условия поверки

Поверку метрологических характеристик проводить при условиях:

температура окружающего воздуха, оС	от +15 до +25
относительная влажность, %	от 20 до 80
атмосферное давление, мм рт.ст.	от 720 до 780

6. Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки калибратора должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- калибратор должен быть выдержан не менее 3 ч при температуре, указанной в 4.1, если иное не указано в технической документации на калибратор;
- выдержка калибратора перед началом испытаний не менее 1 мин после включения питания, если иное не указано в технической документации;
- калибратор должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;
- система (стендовое оборудование), состоящая из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины, должна быть проверена на герметичность.
- проверку герметичности системы, предназначенной для поверки калибраторов проводят при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого калибратора. Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки модуля давления-разрежения, проводят при давлении, соответствующем верхнему пределу измерений избыточного давления поверяемого модуля.

7. Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре калибратора должно быть установлено:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие на корпусе калибратора таблички (наклейки) с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие паспорта или документа, его заменяющего.

7.2 Опробование

При опробовании проверяют герметичность и работоспособность калибратора.

Работоспособность калибратора проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предела измерений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах калибратора.

В случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым калибратором следует отдельно проверить герметичность системы и калибратора.

7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО)

Проверка идентификационных данных ПО проводится путем считывания с ЖК экрана калибратора номера версии ПО и сравнения с идентификационные признаки ПО, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже R160001
Цифровой идентификатор ПО	-

Калибраторы считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если идентификатор ПО соответствует значению, указанному в описании типа на калибратор. Если данные требования не выполняются, то калибратор считается непригодным к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается извещение о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

7.4 Определение основной погрешности в режиме измерений давления

Поверяемых точек должно быть не менее 9, и они должны быть достаточно равномерно распределены по диапазону измерений. В обоснованных случаях поверяемую точку минус 100 кПа отрицательного избыточного давления допускается заменять значением минус 95 кПа.

Определение основной погрешности калибратора производится последовательно для каждого из используемых модулей давления.

Калибратор подключается к эталону и к устройству создания давления в соответствии с Руководством по эксплуатации. После включения калибратор выдерживается в течение 15 минут, затем дважды производится набор и сброс давления, равный верхнему пределу измерений. После каждого набора и сброса давления калибратор выдерживают 2 мин.

Основную погрешность определяют по одному из способов:

- по эталону устанавливают номинальные значения давления, а по поверяемому калибратору считывают соответствующие значения давления.

- по поверяемому калибратору устанавливают номинальные значения давления, а по эталону измеряют соответствующие значения давления.

На калибратор с помощью эталона последовательно подается давление, соответствующее поверяемым точкам при плавно возрастающем давлении (прямой ход), а затем, после выдержки на верхнем пределе измерений не менее 5 мин. при плавно убывающем давлении (обратный ход).

Поверка производится по результатам одного поверочного измерительного цикла (прямой ход плюс обратный ход). Считанные с дисплея калибратора экспериментальные значения давления фиксируются в протоколе и для каждой из 9 поверяемых точек диапазона измерений рассчитывается основная погрешность измерений, на которую нормируется поверяемый модуль:

$$\Delta_{\text{си}} = P - P_{\text{н}}$$

где $\Delta_{\text{си}}$ – основная абсолютная погрешность;
 P – давление, измеренное испытываемым калибратором;
 $P_{\text{н}}$ – номинальное давление, измеренное эталоном.

$$\gamma_{\text{си}} = \frac{P - P_{\text{н}}}{P_{\text{max}} - P_{\text{min}}} \times 100 \%$$

где $\gamma_{\text{си}}$ – основная приведенная погрешность;
 P – давление, измеренное испытываемым калибратором;
 $P_{\text{н}}$ – номинальное давление, измеренное эталоном;
 P_{max} – верхний предел измерений испытываемого калибратора;
 P_{min} – нижний предел измерений испытываемого калибратора.

$$\sigma_{\text{си}} = \left| \frac{P - P_{\text{н}}}{P_{\text{н}}} \right|_{\text{max}} \times 100 \%,$$

где $\sigma_{\text{си}}$ – основная относительная погрешность;
 P – давление, измеренное испытываемым калибратором;
 $P_{\text{н}}$ – номинальное давление, измеренное эталоном.

Если поверка модуля абсолютного давления производится на эталоне избыточного давления, то необходимо измерить атмосферное давление с помощью эталона абсолютного давления и рассчитать значения абсолютного давления, необходимые для поверки. При этом погрешность используемого барометра не должна превышать установленного значения.

Результат считается положительным, если значения погрешности не превышают пределов допускаемой погрешности, указанных в технической документации.

Определение погрешности калибратора в режиме измерений напряжения и измерений и воспроизведений силы постоянного тока

Для определения погрешностей поверяемого калибратора в режиме измерений силы и напряжения постоянного электрического тока выполняют следующие операции:

- выбирают не менее 5 проверяемых точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра;
- для каждой проверяемой точки устанавливают значение выходного сигнала X_i от эталона силы или напряжения постоянного тока;
- для каждой проверяемой точки считывают с дисплея поверяемого калибратора значение измеренного входного сигнала Y_i . При нестабильности показаний проводят несколько отсчетов показаний (не менее 4) и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.
- за оценку абсолютной погрешности Δ_i в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \max \{ |Y_i - X_i| \}$$

Калибратор считают годным, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенства

$$|\Delta_i| < |\Delta_{\text{доп}}|,$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности.

Для определения погрешностей поверяемого калибратора в режиме воспроизведения силы постоянного электрического тока выполняют следующие операции:

– выбирают не менее 5 проверяемых точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра;

– для каждой проверяемой точки устанавливают значение входного кода N_i с жидкокристаллического дисплея поверяемого калибратора, соответствующее i -й проверяемой точке и измеряют эталонным мультиметром значение выходного сигнала Y_i ;

– за оценку абсолютной погрешности Δ_{ai} в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ |Y_i - Y(N_i)| \},$$

где $Y(N_i)$ - номинальное значение выходного сигнала, соответствующее входному коду;

Калибратор считают годным, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенства

$$|\Delta_{ai}| < |\Delta_{\text{доп}}|,$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности

Примечание: для обеспечения работы калибратора в режиме воспроизведения (регулирования) силы постоянного тока в измерительную цепь следует включать внешний источник питания +24 В.

Допускается проведение корректировки показаний калибратора по методике, приведенной в Руководстве по эксплуатации, и его повторная поверка.

8 Оформление результатов поверки

В случае положительных результатов поверки, результаты поверки средства измерений подтверждаются сведениями в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки наносится знак поверки на корпус регистратора в соответствии с рисунком 3 и (или) выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт вносится запись о проведении поверке или в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

В случае отрицательных результатов первичной поверки регистратор бракуется.

В случае отрицательных результатов периодической поверки применение регистратора запрещается.

В зависимости от характера неисправности регистратор либо подвергается ремонту, по окончании которого проводится поверка, либо возвращается владельцу с выдачей извещения о непригодности регистратора. Сведения заносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.



Место нанесения знака поверки



Рисунок 1 – Место нанесения знака поверки

Заместитель начальника отдела 202

Е.В. Николаева

Заместитель начальника отдела 201

Ю.А. Шатохина