



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«23» ноября 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КАЛИБРАТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОРШНЕВЫЕ Т и DM

Методика поверки

РТ-МП-5036-443-2017

г. Москва
2017 г.

Настоящая методика распространяется на калибраторы давления грузопоршневые Т и DM, изготовленные АМТЕК Sensors, Test and Calibration, Дания, и устанавливает методику и последовательность проведения первичной и периодических поверок.

Интервал между поверками - 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1– Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	8	Да	Да

При получении отрицательного результата по любому из пунктов данной методики поверка прекращается.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2– Средства измерений

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические характеристики средства поверки
1	2
7.3	- манометры избыточного давления грузопоршневые МП-60, МП-600, СРВ5000, КТ 0,005, 0,01; - вторичные эталоны по ГОСТ Р 8.802-2012; - секундомер механический СОСпр; - микроскоп МПБ-3; - весы электронные лабораторные LP-1200S, LP-6200S

Примечания:

1 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации на калибраторы давления грузопоршневые Т и DM и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать:

4.1 Указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства измерений, применяемые при поверке.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 22 ± 3;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.
- вибрация и тряска должны отсутствовать.

6 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

6.1 Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- руководство по эксплуатации;
- свидетельство о предыдущей поверке (заводской сертификат о калибровке) с указанием значения ускорения свободного падения и единиц измерения, под которые подогнаны масса подвижной части и грузов.

6.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

Устройство для создания давления должно быть установлено на горизонтальное основание, исключаяющее тряску, вибрацию и появление наклонов опорной поверхности.

Калибраторы устанавливают так, чтобы угол отклонения оси поршневой системы от вертикали не превышал 5'.

В устройстве для создания давления, заполненном рабочей жидкостью, должен отсутствовать воздух. Для проверки отсутствия воздуха под поршнем манометр устанавливают на устройство для создания давления и отключают запорный вентиль. Нажимают рукой на грузоприемное устройство манометра, находящегося под давлением, равным нижнему пределу измерений. При отсутствии воздуха под поршнем последний не должен пружинить при нажатии.

Устройство для создания давления должно обеспечивать в пределах всего рабочего хода поршня пресса возможность плавного повышения и понижения давления.

Перед определением массы поршня с грузоприемным устройством поверяемый калибратор должен быть разобран, поршень и цилиндр должны быть промыты чистым бензином (Б 70 по ТУ 38.101913-82, Галоша по ТУ 38.401-67-108-92, Нефраз по ГОСТ 8505-80). Для промывания поршня и цилиндра калибраторов, работающих на дистиллированной воде, следует применять чистый этиловый спирт по ГОСТ 10121-76 или химически чистый изопропиловый спирт по ГОСТ 9805-84.

После промывания поршень и цилиндр протирают чистой тканью по ГОСТ 29298-2005 и папиросной бумагой по ГОСТ 3479-85 или безворсовыми салфетками, остальные детали вытирают ветошью.

Поверяемый калибратор перед поверкой, до промывания поршневой пары и взвешивания поршня с грузоприемным устройством, должен находиться в лаборатории не менее 8 ч.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие комплектности и маркировки калибратора требованиям РЭ;
- отсутствие механических повреждений, следов коррозии на деталях калибратора и грузах, представляемых на поверку;
- детали калибратора и резьбовые соединения не должны иметь срезанных витков и повреждений, препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения;

- наличие на шильдике калибратора обозначения типа, изготовителя, заводского номера, года выпуска, пределов допускаемой основной погрешности;
- наличие полного набора грузов.

Калибраторы не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании проверяют эксплуатационные свойства калибратора:

поршень, смазанный рабочей жидкостью, должен свободно, без затираний, вращаться в цилиндре и перемещаться вдоль оси цилиндра;

грузы должны легко, без заедания, накладываться один на другой на грузоприемное устройство и сниматься без относительного взаимного радиального перемещения.;

калибратор должен создавать давление в соответствии с РЭ.

7.2.2 Проверку герметичности калибраторов проводят при давлении равном верхнему пределу измерений избыточного давления. Герметичность определяется при измерении скорости опускания поршня, которая должна соответствовать требованиям п. 7.3.2.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение продолжительности свободного вращения поршня

Продолжительность свободного вращения поршня определяют при помощи секундомера при установке поршня калибратора в рабочее положение.

Поршень калибратора нагружают грузами, создавая давление равное 20 % верхнего предела измерений, и приводят во вращение по ходу часовой стрелки.

За продолжительность свободного вращения поршня принимают интервал времени от момента, соответствующего начальной частоте его вращения, равной (120 ± 10) об/мин, до полной остановки поршня. Начальную частоту вращения определяют подсчетом числа оборотов за 10 с. Для удобства подсчета между грузами следует положить полоску бумаги.

Продолжительность свободного вращения поршня приведенная к температуре 22 °С, должна быть не меньше 3 минут для ВПИ до 6 МПа и 5 минут для ВПИ свыше 6 МПа. Если температура поршневой пары калибратора отличается от 22 °С более чем на 2 °С, то продолжительность свободного вращения должна рассчитываться по формуле 1:

$$\tau_{22} = \tau \cdot \frac{\eta}{\eta_{22}}, \quad (1)$$

где τ_{22} - приведенное значение продолжительности вращения, с;

τ - подсчитанное значение продолжительности вращения, с;

η - значение динамической вязкости рабочей жидкости при измерении, Па·с;

η_{22} - значение динамической вязкости рабочей жидкости при измерении при температуре 22 °С, Па·с.

7.3.2 Определение скорости опускания

Скорость опускания поршня определяют при нагрузке, соответствующей верхнему пределу измерений калибратора. При этом запорный клапан должен быть перекрыт, а частота вращения поршня с грузами должна быть не менее 30 об/мин.

Для определения скорости опускания поршня измеряют расстояние, на которое переместился поршень за некоторый промежуток времени. Расстояние измеряют микроскопом или индикатором, интервал времени опускания поршня отсчитывают по секундомеру.

Скорость опускания поршня, приведенная к температуре 22 °С, должна быть не более 0,4 мм/мин. для ВПИ до 6 МПа и 1,5 мм/мин. для ВПИ свыше 6 МПа.

Если температура в момент измерений отличается от 22 °С, то значение скорости опускания необходимо привести к температуре 22 °С, пересчитав по формуле 2:

$$v_{22} = v \cdot \frac{\eta}{\eta_{22}}, \quad (2)$$

где v_{22} - приведенное значение скорости опускания, мм/мин;

v - измеренное значение скорости опускания, мм/мин.

Совместно с определением скорости опускания поршня определяется герметичность поршневой системы.

7.3.3 Определение порога реагирования

Порог реагирования определяют при последнем уравнивании, т.е. при давлении, соответствующему верхнему пределу измерений калибратора. При окончании уравнивания поршень калибратора дополнительно нагружают гирями, масса которых не превышает $0,1\delta_{пов} m_{max}$ (где m_{max} - масса грузов калибратора, соответствующая верхнему пределу измерений).

Результат проверки порога реагирования считают положительным, если при помещении добавочных гирь равновесие поршней нарушается.

7.3.4 Определение приведенной площади

7.3.4.1 Приведенную площадь определяют методом сличения калибратора с эталонным грузопоршневым манометром.

Прямое уравнивание с предварительным уравниванием масс поршней с грузоприемными устройствами и помещенных на них грузов. При условии предварительного уравнивания нет необходимости торцы поршней располагать в одной горизонтальной плоскости.

7.3.4.2 При определении приведенной площади должны быть выполнены следующие требования.

Поршни рабочего эталона и калибратора должны быть установлены в рабочее положение.

Взаимное положение поршней следует контролировать во время их равновесия устройством для наблюдения за положением равновесия поршней с погрешностью, не превышающей чувствительность отсчетного устройства эталонного манометра.

Измерения следует проводить при давлениях, возрастающих до верхнего предела измерений. Число точек давления должно быть не менее 7.

Погрешность определения действительных значений масс поршня с грузоприемным устройством и грузов калибратора при определении приведенной площади поршня не должны превышать $0,1 \delta_{пов}$.

Для уравнивания поршней на грузоприемные устройства калибратора и рабочего эталона помещают грузы соответствующей массы, необходимой для создания требуемого значения давления. При помощи устройства для создания давления поршни устанавливают в рабочее положение, а затем приводят их во вращение с частотой не менее 30 об/мин. Если при этом равновесие поршней отсутствует, то поднимающийся поршень дополнительно нагружают гирями общего назначения до достижения равновесия.

Равновесие считают достигнутым, если не наблюдается изменение положения поршней относительно друг друга, т.е. скорость их опускания одинакова.

Погрешность определения действительных значений масс поршня с грузоприемным устройством и грузов поверяемого манометра при определении эффективной площади поршня не должны превышать $0,05 \cdot \delta_{пов}$ (где $\delta_{пов}$ - предел допускаемой погрешности поверяемого манометра, %).

При определении приведенной площади с предварительным уравниванием перед началом измерений проводят предварительное уравнивание поршней эталонного манометра и калибратора путем накладывания тарировочных грузов, которые затем не снимают с грузоприемных устройств.

Суммарные массы поршней с грузоприемными устройствами и грузов, помещенных при предварительном уравнивании, при определении приведенной площади не измеряют и не учитывают.

Отношение масс A_i при каждом отдельном уравнивании поршней определяют по формуле 3:

$$A_i = \frac{m_{\text{пов } i} \cdot q_i}{m_{\text{э } i}} \quad (3)$$

а среднее отношение масс A – по формуле 4

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n m_{\text{пов } i} \cdot q_i}{\sum_{i=1}^n m_{\text{э } i}} \quad (4)$$

где $m_{\text{э } i}$ и $m_{\text{пов } i}$ – действительная масса грузов и гирь при i -м уравнивании, нагружаемых на эталонный манометры и калибратор соответственно, кг;

q_i – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры и деформации на показания, определяемый по формуле 5:

$$q_i = 1 + (\alpha_{1\text{э}} + \alpha_{2\text{э}}) \cdot (t_{\text{э}i} - 22 \text{ } ^\circ\text{C}) - (\alpha_{1\text{пов}} + \alpha_{2\text{пов}}) \cdot (t_{\text{пов}i} - 22 \text{ } ^\circ\text{C}) + (\beta_{\text{э}} - \beta_{\text{пов}}) \cdot P_i, \quad (5)$$

где $\alpha_{1\text{э}}$ и $\alpha_{2\text{э}}$ – температурные коэффициенты линейного расширения материалов цилиндра и поршня эталонного манометра, $^\circ\text{C}^{-1}$;

$\alpha_{1\text{пов}}$ и $\alpha_{2\text{пов}}$ – температурные коэффициенты линейного расширения материалов цилиндра и поршня калибратора, $^\circ\text{C}^{-1}$;

$t_{\text{пов}i}$ и $t_{\text{э}i}$ – температура калибратора и эталонного манометров соответственно при i -м уравнивании, $^\circ\text{C}^{-1}$;

P_i – номинальное давление при i -м уравнивании;

$\beta_{\text{э}}$ и $\beta_{\text{пов}}$ – коэффициенты деформации поршня и цилиндра от давления калибратора и эталонного манометра соответственно, Па^{-1} .

Коэффициент деформации β вычисляют по формулам 6-1 и 6-2:

$$\beta = \frac{1}{2E_1} \left[3\mu_1 - 1 + \frac{E_1}{E} \left(\frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} + \mu \right) \right], \quad (6-1)$$

где E и E_1 – модули упругости материалов цилиндра и поршня (модуль Юнга), Па

μ и μ_1 – коэффициенты поперечного сжатия материала цилиндра и поршня (коэффициент Пуассона);

R – внешний радиус цилиндра, м;

r – внутренний радиус цилиндра, принимаемый равным радиусу поршня, м.

Для калибратора и эталонного манометра с поршнями и цилиндрами, изготовленными из одного материала эта формула принимает вид:

$$\beta = \frac{1}{E} \left(2\mu + \frac{r^2}{R^2 - r^2} \right), \quad (6-2)$$

Поправочным коэффициентом q_i пренебрегают, если его значение не превышает 10% предела допускаемой погрешности калибратора.

Приведенную площадь калибратора F определяют по формуле 7:

$$F = F_3 \cdot A, \quad (7)$$

где F_3 - значение приведенной площади эталонного манометра, m^2 .

Для оценки точности полученных значений приведенной площади высчитывают среднее квадратическое отклонение S_F результата определения приведенной площади поршня в последовательности, приведенной ниже.

При каждом значении давления определяют разность отношений масс δ по формуле 8:

$$\delta = A_i - A, \quad (8)$$

Среднее квадратическое отклонение определяют по формуле 9:

$$S_F = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n \delta^2}{n - 1} \right)} \quad (9)$$

Среднее квадратическое отклонение результата определения приведенной площади не должно превышать 0,0025 % (для ПГ $\pm 0,015\%$) и 0,0035 % (для ПГ $\pm 0,025\%$) номинального значения приведенной площади.

7.3.5 Проверка соответствия действительных значений массы грузов расчетным значениям

Масса поршня с грузоприемным устройством и масса каждого i -ого груза, подогнанных под номинальное значение давления, должны быть рассчитаны с учетом полученного нового значения приведенной площади поршня по формулам 10, 11.

Для калибраторов (ИПС) с верхним пределом измерений до 7 МПа вкл.:

$$m_i = \frac{F \cdot P_i}{g} \cdot \left(1 + \frac{\rho_b}{\rho_m} \right) \quad (10)$$

Для калибраторов (ИПС) с верхним пределом измерений свыше 7 МПа:

$$m_i = \frac{F * P_i}{g} * \left(1 + \frac{\rho_b}{\rho_m}\right) * (1 + \beta * \rho_{ср}) \quad (11)$$

где m_i - требуемое значение массы i -ого груза, кг;
 P_i - давление, воспроизводимое i -ым грузом, в МПа;
 F - приведенная площадь, определенная по формуле (7), м²;
 g - ускорение силы тяжести в месте эксплуатации, м/с²;
 ρ_b - плотность окружающего воздуха во время испытаний, кг/м³;
 ρ_m - плотность материала груза, кг/м³;
 β - коэффициент деформации, Па⁻¹;
 $\rho_{ср}$ - давление, равное 50% верхнего предела измерений калибратора (ИПС).

Действительные значения массы грузов, поршня с грузоприемным устройством и дополнительных грузов проверяют взвешиванием на лабораторных электронных весах.

Отклонение действительных значений массы поршня с грузоприемным устройством и массы каждого груза от расчетных значений не должно превышать $0,2\delta_{пов}$. (20% предела допускаемой относительной погрешности).

7.3.6 Определение основной погрешности

Погрешность калибраторов давления грузопоршневых определяется из оценки составляющих погрешности измеренных величин и тех заданных величин, которые используются для расчета результата измерений. Суммарная погрешность калибратора, выраженная в процентах от измеряемого давления, есть сумма трех составляющих: погрешности определения эффективной площади, погрешности определения массы грузов (взвешивания) и погрешности, вызванной влиянием других величин (принята равной 10 % от предела допускаемой основной погрешности).

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносят в протокол поверки.

При положительных результатах поверки калибраторов давления грузопоршневых Т и ДМ выдают свидетельство о поверке установленной формы. На свидетельство о поверке наносится знак поверки в виде голографической наклейки или оттиска поверительного клейма.

При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности с указанием причины.

Начальник лаборатории № 443

Д.А.Денисов

Главный специалист
по метрологии лаборатории № 443

А.В.Болотин