

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



А.Н. Щипунов

« 26 »

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

МАНОМЕТРЫ ГРУЗОПОРШНЕВЫЕ МП-4000

Методика поверки

МП 651-23-039

2023 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки Манометров грузопоршневых МП-4000 (далее – манометры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений избыточного давления, МПа (кгс/см ² , бар)	от 5 до 400 (от 50 до 4000)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения избыточного давления, % ¹⁾ для манометров: -класс точности 0,01 -класс точности 0,02 -класс точности 0,025 -класс точности 0,05	±0,01 ±0,02 ±0,025 ±0,05
Скорость опускания поршня, мм/мин, не более	1,5
Продолжительность свободного вращения поршня, мин, не менее	6
Порог реагирования, Па, не более -класс точности 0,01 -класс точности 0,02 -класс точности 0,025 -класс точности 0,05	$P_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,01/100$ $P_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,02/100$ $P_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,025/100$ $P_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,05/100$
Номинальное значение эффективной площади ИПС ²⁾ , см ²	0,02
Предельное отклонение от номинального значения эффективной площади ИПС, %	±1,5
¹⁾ В диапазоне измерений св. $0,1 \cdot P_{\text{макс}}$ до $P_{\text{макс}}$ погрешность нормируется в % от измеряемой величины; в диапазоне измерений от $P_{\text{мин}}$ до $0,1 \cdot P_{\text{макс}}$ (включительно) погрешность нормируется в % от $0,1 \cdot P_{\text{макс}}$ (где $P_{\text{макс}}$ – верхний предел диапазона измерений; $P_{\text{мин}}$ – нижний предел диапазона измерений). ²⁾ ИПС – измерительная поршневая система	

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² (ГЭТ 43-2022).

При определении метрологических характеристик поверяемых средств измерений используется метод непосредственного сличения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9
Определение продолжительность свободного вращения	да	да	9.1
Определение скорости опускания	да	да	9.2
Определение эффективной площади, коэффициента деформации и диапазона измерений ИПС манометров	да	да	9.3
Определение отклонения значения эффективной площади от значения, полученного при предыдущей поверке	нет	да	9.4
Определение отклонения значения эффективной площади от номинального значения	да	да	9.5
Определение порога реагирования	да	да	9.6
Проверка соответствия действительных значений масс грузов расчетным или номинальным значениям.	да	да	9.7
Оформление результатов поверки	да	да	10

2.2 Допускается проведение поверки манометров в сокращённом объёме на поддиапазонах измерений, которые используются при эксплуатации, по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

2.3 В поверку предоставляются ИПС и набор(ы) грузов. Допускается не предоставлять в поверку набор(ы) грузов при наличии сертификата калибровки удовлетворяющие требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 02.04.2015 г. № 311, при этом действительные значения масс грузов должны быть получены по настоящей методике поверки; массы грузов из сертификата калибровки переносят в протокол поверки и сравнивают с расчетными или номинальными значениями.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающего воздуха, °С от +18 до +22;
- относительная влажность окружающего воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106,7.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Специалисты должны быть аттестованы в качестве поверителей в установленном порядке, иметь среднее или высшее техническое образование, опыт работы в области измерений давления и вакуума, обученные правилам техники безопасности и изучившим руководство по эксплуатации (далее – РЭ) манометров.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 3.

Таблица 3

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
п. 8 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +18 до +22 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с погрешностью не более 5%;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.</p> <p>Средства измерений отклонения горизонтального положения 100 мм с ценой деления 0,15 мм/м.</p>	<p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 7-Д-1, рег. № 71394-18;</p> <p>Система для создания давления Уровень брусковый 200 мм 0.05, рег.№ 36894-08 цена деления 0,05 мм/м</p>
п.9.1 Определе-ние продолжи-тельности сво-бодного вращения поршня	<p>Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам и рабочим разрядным эталонам по ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, в диапазоне давления от 10 до 1600 МПа.</p> <p>Секундомер 2 класс точности от 0 до 60 мин.</p> <p>Индикатор часового типа, 1 класс точности, от 0 до 10 мм</p>	<p>Секундомер СОСпр-26-2-010 рег. №11519-11</p> <p>Индикатор часового типа ИЧ 10, рег. № 318-96</p> <p>Система для создания давления</p>
п.9.2 Определе-ние скорости опускания порш-ня	<p>Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам и рабочим разрядным эталонам по ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, в диапазоне давления от 10 до 1600 МПа.</p> <p>Секундомер, 2 класс точности, от 0 до</p>	<p>Секундомер СОСпр-26-2-010 рег. №11519-11</p> <p>Индикатор часового типа ИЧ 10, рег. № 318-96</p> <p>Система для создания давления</p>

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
	60 мин. Индикатор часового типа, 1 класс точности, от 0 до 10 мм	
п.9.3 Определение эффективной площади, коэффициента деформации, отклонения эффективной площади от номинального значения и диапазона измерений ИПС манометров	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам и рабочим разрядным эталонам по ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, в диапазоне давления от 10 до 1600 МПа. Наборы миллиграммовых и граммовых гирь класса F1 и F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009 Термометр цифровой, ПГ±0,1 °С, в диапазоне от 0 до 100 °С	Государственный вторичный эталон единицы давления в диапазоне 1 кПа — 1,6 ГПа. ВЭТ 43-1-2003. Номер эталона в государственном реестре: 2.1.ZZT.0006.2013 Наборы миллиграммовых и граммовых гирь класса F1 и F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009 Термометр цифровой малогабаритный, рег. №20856-15, от -200 до +400°С, ПГ±0,05 Система для создания давления
п.9.4 Определение порога реагирования	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам и рабочим разрядным эталонам по ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653, в диапазоне давления от 10 до 1600 МПа. Наборы миллиграммовых и граммовых гирь класса F1 и F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009	Государственный вторичный эталон единицы давления в диапазоне 1 кПа — 1,6 ГПа. ВЭТ 43-1-2003. Номер эталона в государственном реестре: 2.1.ZZT.0006.2013 Наборы миллиграммовых и граммовых гирь класса F1 и F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009 Система для создания давления
п.9.5 Определения действительного значения масс грузов	Весы Специального 0 и I класса по ГОСТ Р 53228-2008 Наборы граммовых и килограммовых гирь класса F1 и F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009	Весы лабораторные CUBIS MSU5203S-OCE-DE, рег. № 49613-12, диапазон 1 мг – 5,2 кг, ПГ ±1 мг Наборы миллиграммовых и граммовых гирь класса F1 и F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009
<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 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства (аттестаты) о поверке (аттестации).

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки манометров необходимо соблюдать требования раздела 2 «Использование изделий по назначению» руководства по эксплуатации (далее – РЭ) манометров.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При проведении внешнего осмотра манометров проверить:

- соответствие внешнего вида и комплектности требованиям нормативно-технической документации (РЭ и описанию типа);
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- отсутствие коррозии и грязи;
- отсутствия механических повреждений (вмятин, сколов) на поверхности манометров и присоединительной резьбе, влияющих на метрологические характеристики.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными и поверку продолжить, если выполняются требования п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо привести в рабочее состояние средства поверки в соответствии с указаниями, изложенными в их эксплуатационной документации.

8.1.2 Контроль условий поверки

Измерить температуру окружающего воздуха, относительную влажность окружающего воздуха непосредственно на месте поверки и атмосферное давление в помещении.

8.1.3 Опробование произвести заданием избыточного давления соответствующему верхнему пределу измерений (ВПИ) и измерением скорости опускания поршня при ВПИ.

8.1.3.1 Перед началом поверки провести работы по подготовке к использованию ИПС согласно п.п. 2.2.3.1 — 2.2.3.6 РЭ манометров.

8.1.3.2 Снять защитный колпак с канала присоединительной резьбы ИПС.

Внимание! Во избежание попадания пыли и других загрязнений внутрь ИПС при длительных перерывах в работе необходимо надевать защитный колпак на канал присоединительной резьбы ИПС.

8.1.3.3 Установить ИПС на измерительную секцию эталона. Момент затяжки ИПС должен соответствовать указанному значению в паспорте.

8.1.3.4 Установить поршень ИПС согласно п. 2.2.11 РЭ манометра.

8.1.3.5 Отрегулировать вертикальное положение ИПС при помощи брускового уровня.

8.1.3.6 Поместить на грузоприемную тарелку грузы, соответствующие ВПИ избыточного давления манометра.

8.1.3.7 Подать на ИПС давление ВПИ избыточного давления манометра, привести во вращение грузоприемную тарелку с грузами и через 10...15 минут измерить скорость опускания поршня.

8.1.3.8 Результат опробования по п. 8.1.3 считать положительным, если скорость опускания поршня при давлении, соответствующем ВПИ избыточного давления манометра находится в пределах от 0,01 до 1,5 мм/мин.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение продолжительности свободного вращения поршня

9.1.1 Продолжительность свободного вращения поршня определяют при помощи секундомера при установке ИПС в среднее рабочее положение с допускаемым отклонением

±1 мм.

9.1.2 Поршень ИПС нагрузить грузами, создавая давление, равное 20 % верхнего предела измерений, и привести во вращение.

9.1.3 За продолжительность свободного вращения поршня принимают интервал времени от момента, соответствующего начальной частоте вращения, равной (120 ± 10) оборотов/мин, до полной остановки поршня (допускается принудительно остановить вращение при достижении продолжительности вращения 6 минут). Начальную частоту вращения поршня определяют при помощи секундомера и подсчета числа оборотов за 10 с. Для удобства подсчета между грузами следует положить полоску бумаги.

9.1.4 Результаты определения продолжительность свободного вращения поршня считать положительными и поверку продолжить, если продолжительность свободного вращения поршня соответствует таблице 4

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Продолжительность свободного вращения поршня, мин, не менее	6

9.2 Определение скорости опускания поршня

9.2.1 Скорость опускания поршня определить при нагрузке, соответствующей верхнему пределу измерений ИПС манометра. При этом запорный клапан должен быть перекрыт, ИПС выдержана под нагрузкой не менее 15 минут.

9.2.2 Поршень ИПС нагрузить грузами, создавая давление, равное верхнему пределу измерений, и привести во вращение.

9.2.3 Для определения скорости опускания поршня измерить расстояние ΔL , на которое он переместился за промежуток времени $\Delta t \approx 1$ мин. Расстояние ΔL измеряют при помощи индикатора часового типа, интервал времени Δt опускания поршня – с помощью секундомера. Скорость опускания поршня v найти по формуле:

$$v = \frac{\Delta L}{\Delta t} \quad (1)$$

9.2.4 Повторить измерения три раза. За результат измерения скорости опускания поршня принять среднее значение трех измерений.

9.2.5 Результат определения скорости опускания поршня считать положительным и поверку продолжить, если скорость опускания поршня соответствует таблице 5

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
Скорость опускания поршня, мм/мин, не более	1,5

9.3 Определение эффективной площади, коэффициента деформации, отклонения эффективной площади от номинального значения и диапазона измерений ИПС манометров

9.3.1 Эффективную площадь ИПС манометра определяют методом непосредственного сличения с предварительным уравновешиванием.

9.3.2 При определении эффективной площади ИПС манометра должны быть выполнены следующие требования:

9.3.2.1 Поршни ИПС манометра и ИПС эталона должны быть установлены в рабочее положение.

9.3.2.2 Взаимное положение поршней следует контролировать во время их равновесия с погрешностью, не превышающей чувствительности специального устройства для наблюдения за положением равновесия, но не более 0,1 мм

9.3.2.3 Предварительное уравнивание проводят при давлении, не превышающем 40 МПа. Далее измерения следует проводить при давлениях, равномерно возрастающих до 400 МПа. Число точек давления должно быть не менее 5.

9.3.2.4 ИПС манометра должна быть установлена на устройство создания давления с рабочей средой манометра и гидравлически соединена с ИПС эталона.

9.3.2.5 Для уравнивания поршней на грузоприемные устройства ИПС манометра и ИПС эталона помещают специальные грузы соответствующей массы. При помощи устройства для создания давления поршни устанавливаются в рабочее положение, затем приводят во вращение с частотой не менее 30 об/мин. Если при этом равновесие поршней отсутствует, то поднимающийся поршень дополнительно нагружают гирями до достижения равновесия.

Равновесие считают достигнутым, если не наблюдается изменения положения поршней относительно друг друга.

9.3.3 Эффективную площадь ИПС манометра, приведенной к атмосферному давлению и 20°C, при каждом отдельном уравнивании поршней определить по формуле:

$$F_i = F_{\text{э}} \frac{(m_{\text{эки}} + m_{\text{эки}}) \cdot (1 + \alpha_{\text{э}}(t_{\text{эи}} - 20^\circ\text{C}) + \beta_{\text{э}} p_i)}{(m_{\text{эи}} + m_{\text{эри}}) \cdot (1 + \alpha_{\text{эк}}(t_{\text{эки}} - 20^\circ\text{C}))}, \quad (2)$$

где $m_{\text{эи}}$ и $m_{\text{эки}}$ – действительная масса специальных грузов при i -м уравнивании на грузоприемном устройстве ИПС эталона и ИПС манометров, соответственно, кг;

$m_{\text{ри}}$ и $m_{\text{эри}}$ – действительная масса эталонных гирь при i -м уравнивании, нагружаемых на ИПС эталона и ИПС манометров, соответственно, кг;

$\alpha_{\text{э}}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала ИПС эталона, °C⁻¹ (из паспорта эталона);

$\alpha_{\text{эк}}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала ИПС манометров, °C⁻¹ (из паспорта АП.068.001.000 ПС);

$t_{\text{эи}}$ и $t_{\text{эки}}$ – температура ИПС эталона и манометр, соответственно, при i -м уравнивании, °C;

p_i – номинальное давление при i -м уравнивании, Па;

$\beta_{\text{э}}$ – коэффициент деформации ИПС эталона от давления, Па⁻¹.

$F_{\text{э}}$ – эффективная площадь эталона, приведенная к атмосферному давлению и 20°C.

Для определения коэффициента деформации ИПС манометров методом наименьших квадратов найти коэффициенты линейной регрессии для зависимости:

$$F(p) = F_{\text{эк}} + x \cdot p = F_{\text{эк}} + F_{\text{эк}} \cdot \beta_{\text{эк}} \cdot p, \quad (3)$$

где $F_{\text{эк}}$ – эффективная площадь ИПС манометра, приведенная к атмосферному давлению и 20°C;

$\beta_{\text{эк}}$ – коэффициент деформации ИПС манометра от давления, Па⁻¹;

p – номинальное давление, Па.

Коэффициенты линейной регрессии находятся по формулам (5) и (6)

$$x = n \sum_{i=1}^n p_i \cdot F(p_i) - (\sum_{i=1}^n p_i), \quad (4)$$

где n – число измерений;

p_i – номинальное давление измерения, Па;

где $F(p_i)$ – эффективная площадь ИПС манометра, приведенная к атмосферному давлению и 20°C измерения.

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{\sum_{i=1}^n F(p_i) - x \sum_{i=1}^n p_i}{n} \quad (5)$$

$$\beta_{\text{ЭК}} = \frac{x}{F_{\text{ЭК}}} \quad (6)$$

Получив значение эффективной площади ИПС манометра, приведенной к атмосферному давлению и 20°C, и коэффициент деформации ИПС манометра, определить отношение масс при каждом уравнивании по формуле:

$$A_i = \frac{(m_{\text{ЭК}i} + m_{\text{ЭК}r_i}) \cdot (1 + \alpha_{\text{Э}}(t_{\text{Э}i} - 20^\circ\text{C}) + \beta_{\text{Э}} p_i)}{(m_{\text{Э}i} + m_{\text{Э}r_i}) \cdot (1 + \alpha_{\text{ЭК}}(t_{\text{ЭК}i} - 20^\circ\text{C}) + \beta_{\text{ЭК}} p_i)} \quad (7)$$

Среднее значение отношения масс \bar{A} определить по формуле:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \cdot \sum A_i \quad (8)$$

Допускается определять значение эффективной площади ИПС манометров, приведенной к атмосферному давлению и 20°C, по формулам (7) - (9) без использования формул (2) - (6) в случае использования коэффициента деформации от завода-изготовителя, если при этом СКО, рассчитанное по формуле (10), не превысит значений указанных в таблице 6.

Расчет значения эффективной площади ИПС манометров, приведенной к атмосферному давлению и 20°C с использованием значения коэффициента деформации от завода-изготовителя произвести по формуле:

$$F_{\text{ЭК}} = \bar{A} \cdot F_{\text{Э}} \quad (9)$$

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Среднее квадратическое отклонение, %	
-класс точности 0,01	0,004
-класс точности 0,02	0,008
-класс точности 0,025	0,01
-класс точности 0,05	0,02

9.3.4 Вычислить среднее квадратическое отклонение S_0 результата в последовательности, приведенной ниже.

При каждом значении давления определить разность отношений масс δ_i по формуле:

$$\delta_i = A_i - \bar{A} \quad (10)$$

Среднее квадратическое отклонение эффективной площади ИПС манометров определить по формуле:

$$S_0 = \frac{F_{\text{Э}}}{F_{\text{ЭК}}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i)^2}{n-1}} \quad (11)$$

9.3.5 Результат определения эффективной площади, коэффициента деформации и диапазона измерений ИПС манометров считать положительным, если среднее квадратическое отклонение эффективной площади во всем диапазоне измерений не превысит значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений избыточного давления, МПа	от 5 до 400

Среднее квадратическое отклонение, %	
-класс точности 0,01	0,004
-класс точности 0,02	0,008
-класс точности 0,025	0,01
-класс точности 0,05	0,02

9.4 Определение отклонения значения эффективной площади от значения, полученного при предыдущей поверке

9.4.1 Вычислить отклонение эффективной площади от эффективной площади ИПС манометров полученного при предыдущей поверке по формуле:

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{пр}} - F_{\text{эк}}}{F_{\text{пр}}} \cdot 100\% \quad (12)$$

9.4.2 Результат определения отклонения эффективной площади значения эффективной площади ИПС манометров полученного при предыдущей поверке считать положительным, если отклонение не превысит значения указанного в таблице 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение
Предельное отклонение от эффективной площади полученного при предыдущей поверке ($\delta_{\text{пр}}$), %	
-класс точности 0,01	± 0,004
-класс точности 0,02	± 0,008
-класс точности 0,025	± 0,01
-класс точности 0,05	± 0,02

9.5 Определение отклонения значения эффективной площади от номинального значения

9.5.1 Вычислить отклонение эффективной площади δ от номинального значения эффективной площади ИПС манометров по формуле:

$$\delta = \frac{F_{\text{н}} - F_{\text{эк}}}{F_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (13)$$

9.5.2 Результат определения отклонения значений эффективной площади от номинального значения эффективной площади ИПС манометра считать положительным, если отклонение от номинальной эффективной площади не превысит значения указанного в таблице 9.

Таблица 9

Наименование характеристики	Значение
Предельное отклонение от номинального значения эффективной площади (δ), %	±1,5

9.6 Определение порога реагирования

9.6.1 Порог реагирования определяют при уравнивании, соответствующем верхнему пределу измерений ИПС манометра. При окончании уравнивания поршень дополнительно нагружают миллиграммовыми гирями (начиная с 1 мг и более), пока не возникнет изменения равновесия. Определяется масса гирь m_p , которую принимают за порог реагирования (по массе), и из которой рассчитывается порог реагирования по давлению.

9.6.2 Результат проверки порога реагирования считать положительным, если при добавлении на грузоприемное устройство гирь, массой, меньшей m_p , равновесие ИПС не нарушается, а при добавлении гирь, массой, большей m_p , равновесие ИПС нарушается.

9.6.3 Результаты определения порога реагирования считать положительными и поверку продолжить, если порог реагирования соответствует таблице 10

Таблица 10

Наименование характеристики	Значение
Порог реагирования, Па, не более	
-класс точности 0,01	$R_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,01/100$
-класс точности 0,02	$R_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,02/100$
-класс точности 0,025	$R_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,025/100$
-класс точности 0,05	$R_{\text{макс}} \cdot 0,1 \cdot 0,05/100$

9.7 Проверка соответствия действительных значений масс грузов расчетным или номинальным значениям.

9.7.1 Масса грузов и масса поршня с грузоприемным устройством должны быть подогнаны в зависимости от назначения под номинальное значение массы или под номинальное значение давления.

Примечание: допускается подгонка массы грузов и массы поршня с грузоприемным устройством в специальные значения масс. В данном случае в протоколе поверки или сертификате калибровки указывается, что грузы изготовлены в специальные значения масс, приводят их действительные значения.

9.7.2 Отклонение действительных значений массы поршня с грузоприемным устройством и массы каждого груза, подогнанных под номинальное значение массы или под номинальное значение давление, от расчетных значений массы не должно превышать $0,2 \cdot \delta_{\text{пов}}$ или 1 мг, в зависимости от того, что больше.

9.7.3 Расчетные значения массы поршня с грузоприемным устройством и массы каждого груза, изготовленных под номинальное значение давления, должны быть определены по формулам, указанных в технической документации (руководстве по эксплуатации). Расчет масс производится под значение ускорения свободного падения, предоставленное заказчиком, значение эффективной площади поршня, полученное в результате выполнения п. 9.3, коэффициента деформации ИПС.

Примечание: допускается при периодической поверке и первичной поверке после ремонта производить расчет масс грузов для значения эффективной площади поршня, полученное по результатам первичной поверки при выпуске из производства, в том случае, если сумма составляющих δF_0 и S_0 не превышает 50 % от класса точности манометра, где δF_0 - разница между эффективной площадью, полученной в результате выполнения п. 9.3.3, и площадью при первичной поверке, выраженная в %, S_0 - среднее квадратическое отклонение определения эффективной площади, полученное в результате выполнения п. 9.3.4.

9.7.4 Массы грузов манометров класса точности 0,01 определяются с помощью гирь класса точности F1, массы грузов манометров классов точности 0,02, 0,025 и 0,05 определяются с помощью гирь классов точности F2. При этом используют действительные значения масс гирь, а не номинальные.

9.7.5 Весы специального (I) класса по ГОСТ Р 53228-2008 используются в качестве компаратора масс, при этом дискретность измерений не должна превышать $0,05 \cdot \delta_{\text{пов}}$ для каждого груза.

9.7.6 Действительные значения масс грузов определяют сличением с гирями методом замещения по циклу взвешивания АВА (А – эталонная гиря, В – поверяемый груз). Эталонная гиря может быть составной, номинал гири (гирь) должен отличаться от поверяемого груза не более чем на 10 % или 20 грамм, в зависимости от того, что больше.

9.7.7 Определение массы отдельного груза производят в следующей последовательности.

9.7.7.1 Устанавливают на чашу весов эталонную гирю А соответствующего номинального значения и после стабилизации обнуляют дисплей. Снимают гирю А, выносят ее за пределы витрины (ветрозащитного кожуха), вновь устанавливают ее на чашу и записывают показания А1.

9.7.7.2 Помещают на чашу вместо эталонной гири А поверяемый груз В, записывают

показания В.

9.7.7.3 Снимают поверяемый груз В и устанавливают на чашку эталонную гирию А. Записывают показания А2.

9.7.7.4 Разница между показаниями А2 и А1 не должна превышать $0,05 \cdot \delta_{\text{пов}}$, в противном случае повторяют операции согласно пунктам 9.5.7.1 - 9.5.7.3.

9.7.7.5 Действительное значение массы поверяемого груза m находят по формуле (14):

$$m = m_э + B - \frac{A1+A2}{2} \quad (14)$$

где $m_э$ – действительное значение массы эталонной гири;

B – показания весов при измерении поверяемого груза;

$A1 + A2$ – показания весов при измерении эталонной гири.

9.7.8 В протоколе поверки привести расчётные значения масс грузов, допускаемое отклонение масс грузов и действительные значения масс грузов.

Примечание: если грузы изготовлены со специальными значениями масс, то приводят только их действительные значения.

9.8 Подтверждение соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям.

При соблюдении всех требований раздела 9 пределы допускаемой основной погрешности поверяемого манометра не превышают значений, установленных в технической документации.

При несоответствии поверяемого манометра любому требованию раздела 9 измерительную поршневую систему манометра разбирают, повторяют операции по п.8.1.3 и снова проводят повторные измерения. Если и во втором случае отклонения поверяемых параметров выходят за допускаемые пределы, то в этом случае класс точности манометра переводят в более низкий класс (например, манометр класса точности 0,01 может быть переведен в класс точности 0,02).

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки манометра подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца манометра или лица, представившего его на поверку, на манометр выдается свидетельство о поверке средства измерений установленной формы, и (или) в паспорт манометра вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению манометра в случае отрицательных результатов поверки с указанием причин забракования.

10.2 В случае поверки манометра в сокращённом объёме, при передаче сведений о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений производится отметка о поверке в сокращённом объёме и приводятся сведения о подтверждённых в ходе поверки метрологических требованиях.

Инженер лаб. 350 отдела 320
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 320
ФГУП «ВНИИФТРИ»




А.О. Фёдоров

С.М. Гаврилкин