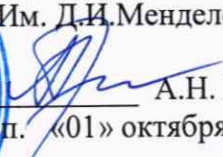


Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»



УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
ФГУП «ВНИИМ
Им. Д.И.Менделеева»


А.Н. Пронин
М.п. «01» октября 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Манометры грузопоршневые МПА

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0072-2019

Руководитель НИО
государственных эталонов
в области измерений давления


Р.А. Тетерук

Разработчик
Ведущий инженер НИЛ
в области измерений избыточного
давления и разности давлений


М.Ю. Леонтьев

г. Санкт-Петербург
2019 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на манометры грузопоршневые МПА (далее по тексту — манометры) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением заказчика, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.3 Интервал между поверками — 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции приведенные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операций | Номер пункта методики | Проведение операции при | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр | 8.1 | + | + |
| Опробование | 8.2 | + | + |
| Подтверждение соответствия ПО | 8.3 | + | + |
| Определение метрологических характеристик | 8.4 | + | + |
| Обработка результатов измерений | 9 | + | + |

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательного результата по п. 8.1, п. 8.2, п. 8.3 настоящей методики, манометр возвращается с изложением причин возврата для проведения мероприятий по их устранению и повторного предъявления.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операций | Номер пункта | Средства поверки и метрологические и технические характеристики |
|--|--------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Условия поверки | 6 | Термогигрометр ИВА-6Н-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 % вкл., абсолютная погрешность ± 2 %; диапазон измерений относительной влажности св. 90 до 98 %, абсолютная погрешность ± 3 %; диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, абсолютная погрешность $\pm 0,3$ °С; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, абсолютная погрешность $\pm 2,5$ гПа (регистрационный номер 46434-11). |
| Внешний осмотр | 8.1 | Визуально |
| Опробование | 8.2 | Система для создания давления |
| Подтверждение соответствия ПО | 8.3 | Визуально |
| Определение метрологических характеристик: | 8.4 | |
| Проверка отклонения от перпендикулярности опорной плоскости грузоприемного устройства к оси поршня | 8.4.1 | Оптический квадрант КО-60 по ТУ 3-3.179-81 или накладной уровень с ампулой типа АЦП с ценой деления 30" по ГОСТ 2386-73 или индикатор часового типа ИЧ по ГОСТ 577-68 |
| Определение скорости опускания поршня | 8.4.2 | Секундомер по ТУ 25-1894.003-90 и тахометр для бесконтактного измерения скорости вращения с погрешностью не более 0,5 % Система для создания давления |
| Определение продолжительности свободного вращения поршня | 8.4.3 | Секундомер по ТУ 25-1894.003-90 Индикатор часового типа ИЧ по ГОСТ 577-68 Система для создания давления |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------|---|
| Определение эффективной площади измерительной поршневой системы | 8.4.4 | Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011): в диапазоне измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^3$ Па СКО результата измерений $1,3 \cdot 10^{-3}$ Па, НСП $3,2 \cdot 10^{-3}$ Па + $7,0 \cdot 10^{-5} \cdot p$; в |
| Определение порога реагирования | 8.4.5 | <p>диапазоне измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^2$ до $1,3 \cdot 10^5$ Па СКО результата измерений $2,1 \cdot 10^{-2}$ Па, НСП $4,3 \cdot 10^{-2}$ Па + $7,0 \cdot 10^{-6} \cdot p$; в диапазоне измерений абсолютного давления от $7 \cdot 10^3$ до $7 \cdot 10^5$ Па СКО результата измерений от 0,2 до 1 Па, НСП от 0,3 до 7 Па; где p – измеряемое давление, Па.</p> <p>Государственный первичный эталон единицы давления для области избыточного давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа (ГПЭ 23-2010), в диапазоне измерений от 0,02 до 3 МПа, СКО результата измерений $S_0 = 2 \cdot 10^{-6}$, в диапазоне измерений от 3 МПа до 10 МПа, СКО результата измерений $S_0 = 2 \cdot 10^{-5}$.</p> <p>Государственный вторичный эталон-копия единицы давления для области избыточного давления в диапазоне от 0,02 до 100 МПа (ГВЭТ 23-1-2014), диапазон измерений от 0,02 до 100 МПа, СКО результата измерений $S_0 = 4 \cdot 10^{-6}$.</p> <p>Рабочие эталоны избыточного давления - манометры грузопоршневые классов точности 0,003; 0,005.</p> <p>Рабочие эталоны абсолютного давления - манометры грузопоршневые классов точности 0,003; 0,005.</p> <p>Наборы миллиграммовых и граммовых гирь класса E_2, F_1, F_2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009 1, 2 и 3 разрядов по ГОСТ 8.021-2015.</p> |

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

3.3 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации эталона.

3.4 Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка проводится квалифицированным персоналом лабораторий, аттестованных в установленном порядке.

4.2 К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталонные и поверяемые средства измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей рабочей среды, изложенные в эксплуатационных документах эталонных и поверяемых средств измерений.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +18 до +23
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

- вибрация, тряска, удары, магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу и метрологические характеристики средств измерений, эталонных и поверяемых манометров, должны отсутствовать;

- рабочая среда для поверки манометров: МПА-0,2... МПА-10 (ВПИ от 0,02 до 1 МПа) – воздух или азот; МПА-10... МПА-100 (ВПИ от 1 до 10 МПа) – азот или керосин.

- давление должно повышаться и понижаться плавно, т.е. скорость изменения измеряемого давления не должна превышать 10 % диапазона измерений в секунду.

6.2 Поверяемый манометр перед поверкой, должен находиться в лаборатории при нормальных условиях не менее 8 ч.

6.3 Окружающий воздух не должен содержать примесей, агрессивных по отношению к материалам, из которых изготовлены эталоны и поверяемые манометры.

6.4 Манометры на поверку следует представлять в чистом виде.

6.5 При наличии сертификатов калибровки на грузы, с датой выдачи не более 24 месяцев до даты предоставления манометра в поверку, грузы допускается не предоставлять.

6.6 При проведении поверки запрещается:

- снимать (отсоединять) измерительную поршневую систему поверяемого и эталонного манометров с устройства для создания давления, осуществлять снятие грузов без сброса давления в системе;

- открывать вентиль устройства для создания давления, предназначенный для отключения поверяемого манометра, если давление в прессовой части превышает сумму значений давлений грузов, находящихся на грузоприемном устройстве;

- создавать давление, превышающее верхний предел измерений поверяемого манометра или эталона.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

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

7.2 Эталонный и поверяемые манометры устанавливаются на устройство для создания давления, при этом угол отклонения оси поршневой системы от вертикали не должен превышать 5'.

7.3 Запорные вентили устройства для создания давления не должны в закрытом положении пропускать рабочую среду в манометры при давлении, равном верхнему пределу измерений.

7.4 Перед определением массы поршня с грузоприемным устройством поверяемый манометр должен быть разобран, поршень и цилиндр должны быть промыты чистым этиловым спиртом по ГОСТ Р 55878-2013 или ГОСТ 5962-2013 или химически чистым изопропиловым спиртом 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 протирают ветошью.

7.5 Проверка наличия сертификата калибровки вакуумметра в составе манометра, с датой выдачи не более 24 месяцев до даты предоставления манометра в поверку.

7.6 Проверка наличия сертификата калибровки первичного и вторичного преобразователей температуры в составе манометра, с датой выдачи не более 24 месяцев до даты предоставления манометра в поверку.

7.7 Проверка наличия сертификата(-ов) калибровки грузов и поршня с грузоприемным устройством, с датой выдачи не более 24 месяцев до даты предоставления манометра в поверку.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие поверяемого манометра следующим требованиям:

- наличие эксплуатационной документации, с указанием модификации прибора, диапазона измерений, класса точности, температурного коэффициента линейного расширения материалов поршня и цилиндра, коэффициента деформации поршневой системы;
- свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- маркировка и комплектность должны соответствовать эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, следов коррозии на деталях манометра и грузах, представляемых на поверку;
- детали прибора и резьбовые соединения не должны иметь срезанных витков и повреждений, препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения;
- отсутствие повреждений антикоррозийного покрытия.

8.1.2 Манометр, не удовлетворяющий требованиям п.8.1.1 настоящей методики, не подлежит поверке до устранения неисправностей и несоответствий. После их устранения внешний осмотр проводят в полном объеме.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании следует проверить работоспособность и герметичность манометра.

8.2.2 При проверке работоспособности манометра проверяют:

- соединения поршня с грузоприемным устройством должно исключать взаимное относительное перемещение;
- поршень 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.

8.2.3 Герметичность манометров проверяют при давлении, равном нижнему пределу измерений абсолютного давления, с предварительным вакуумированием системы в течение не менее 5 минут, при этом в течение последующих двух минут не должно наблюдаться повышение давления и изменение температуры воздуха в помещении не должно превышать $\pm 0,1$ °С.

Допускается выполнять проверку герметичности при давлении, равном верхнему пределу измерения избыточного давления. Производят выдержку в течение 5 минут, при этом в течение последующих двух минут не должно наблюдаться понижение давления и изменение температуры воздуха в помещении не должно превышать $\pm 0,1$ °С.

8.3 Подтверждение соответствия ПО

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» состоит из определения номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения.

8.3.1 Определение номера версии встроенного ПО манометра.

8.3.1.1 Включить манометр с помощью кнопки питания. В основном меню выбрать пункт «Настр.». В появившемся меню выбрать пункт «Информация». При этом на дисплее отобразится номер версии программного обеспечения. Считать с дисплея номер версии ПО.

8.3.1.2 Подтверждение можно считать успешным, если номер версии программного обеспечения поверяемого манометра совпадает (или является не ниже) с номером версии «2.00».

8.3.2 Определение номера версии автономного ПО манометра.

8.3.2.1 Номер версии автономного ПО указан на главном экране в правом нижнем углу программы МРА.

8.3.2.2 Подтверждение можно считать успешным, если номер версии автономного программного обеспечения совпадает (или является не ниже) с номером версии «1.00».

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 *Проверка отклонения от перпендикулярности опорной плоскости грузоприемного устройства к оси поршня*

8.4.1.1 Отклонение от перпендикулярности опорной плоскости грузоприемного устройства к оси поршня определяют при вертикальном положении ИПС одним из двух способов.

8.4.1.1.1 Первый способ. На опорную плоскость устанавливают уровень или квадрант в двух взаимно перпендикулярных положениях, не приводя ИПС во вращение.

Разность показаний уровня или квадранта не должна превышать (5').

8.4.1.1.2 Второй способ. Манометр отключают вентилем от устройства для создания давлений. Устанавливают на штативе индикатор в вертикальное положение. Наконечник индикатора приводят в соприкосновение с опорной плоскостью грузоприемного устройства и рукой приводят во вращение поршень с грузоприемным устройством, наблюдая при этом за перемещением стрелки индикатора.

8.4.1.2 Опорная плоскость грузоприемного устройства, поверяемого манометра, должна быть перпендикулярной к оси поршня с допускаемым отклонением не более 1,45 мм/м (~5').

8.4.2 *Определение скорости опускания поршня*

8.4.2.1 Скорость опускания поршня определяют в режиме измерения избыточного давления при нагрузке, соответствующей верхнему пределу измерений поверяемого манометра. При этом запорный вентиль должен быть перекрыт, поверяемая ИПС, входящая в состав манометра, выдерживается

под нагрузкой не менее 2 мин, а частота вращения поршня с грузами должна быть не менее 30 об/мин.

8.4.2.2 Для определения скорости опускания поршня измеряют расстояние, на которое он переместился за некоторый промежуток времени. Расстояние измеряют индикатором часового типа, интервал времени опускания поршня отсчитывают по секундомеру.

8.4.2.3 Скорость опускания поршня должна быть не более значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Значения скорости опускания поршня

| Класс точности | Значение | | | |
|----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| | МПА-0,2... МПА-0,5 | МПА-1... МПА-4 | МПА-10... МПА-25 | МПА-50... МПА-100 |
| 0,003 | 1 | | | 2,8 |
| 0,005 | | | | |
| 0,008 | 1,2 | | | 3 |
| 0,01 | | | | |

8.4.3 *Определение продолжительности свободного вращения поршня*

8.4.3.1 Продолжительность свободного вращения поршня определяют в режиме измерения избыточного давления при нагрузке, соответствующей 20 % от верхнего предела измерений поверяемого манометра. Поршень с грузами приводят во вращение руками по ходу часовой стрелки.

8.4.3.2 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 поршня определяют при помощи тахометра. Отсчет времени производят с помощью секундомера.

8.4.3.3 Продолжительность свободного вращения поршня должна быть не более значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Значения продолжительности свободного вращения поршня

| Класс точности | Значение | | | |
|----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| | МПА-0,2... МПА-0,5 | МПА-1... МПА-4 | МПА-10... МПА-25 | МПА-50... МПА-100 |
| 0,003 | 2 | 5 | 6 | 7 |
| 0,005 | | | | |
| 0,008 | 1 | 4 | 5 | 6 |
| 0,01 | | | | |

8.4.4 *Определение эффективной площади измерительной поршневой системы*

8.4.4.1 Эффективную площадь ИПС определяют методом непосредственного сличения поверяемого манометра с эталонным манометром (рабочим эталоном). Данный пункт методики выполняется одним из двух способов:

1) определение эффективной площади сличением с эталонным манометром грузопоршневым избыточного давления – п. 8.4.4.2.

2) определение эффективной площади сличением в реперных точках с эталоном абсолютного давления – п. 8.4.4.3.

8.4.4.2 Сличение с манометром грузопоршневым избыточного давления проводят путем уравнивания ИПС одним из способов, приведенных ниже.

1) Прямое (без предварительного уравнивания) уравнивание масс поршней с грузоприемным устройством и помещенных на них грузов. Поршневые системы поверяемого и эталонного манометров необходимо установить так, чтобы в момент их равновесия нижние торцы поршней располагались в одной горизонтальной плоскости. В противном случае необходимо определить расстояние по вертикали между нижними торцами поршней и внести поправку на значение массы столба рабочей среды. Взаимное положение поршней должно быть определено с погрешностью не более 1 мм.

2) Уравнивание масс грузов, помещенных на поршни поверяемого и эталонного манометров, при условии предварительного уравнивания поршней.

Примечание. При методе с предварительным уравниванием нет необходимости, чтобы торцы поршней располагались в одной горизонтальной плоскости.

8.4.4.2.1 При определении эффективной площади ИПС поверяемого манометра должны быть выполнены следующие требования.

8.4.4.2.1.1 Поршни эталонного и поверяемого манометра должны быть установлены в рабочее положение.

8.4.4.2.1.2 Взаимное положение поршней следует контролировать во время их равновесия отсчетными устройствами для наблюдения за положением равновесия.

8.4.4.2.1.3 Измерения следует проводить при давлениях, равномерно возрастающих до верхнего предела измерений эталонного манометра (рабочего эталона). Число точек давления должно быть не менее 5.

8.4.4.2.1.4 Погрешность определения действительных значений тарированных грузов при определении эффективной площади поршневой пары не должны превышать $0,05 \cdot d_{\text{пов}}$ (где $d_{\text{пов}}$ - предел допускаемой погрешности поверяемого манометра, %), но не более 1 мг.

8.4.4.2.1.5 Для уравнивания поршней на грузоприемные устройства поверяемого манометра и эталона помещают грузы соответствующей массы. При помощи устройства для создания давления поршни устанавливают 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.

8.4.4.2.2 При определении эффективной площади ИПС без предварительного уравнивания отношение масс A_i при каждом отдельном уравнивании поршней с учетом массы столба рабочей среды под поршнем эталона определяют по формулам [1] и [2]:

$$A_i = \frac{(m_{\text{пов}} + m_{\text{пов } ri})q_i}{m_{\text{э}} - \rho_c \cdot F_{\text{э ном}} \cdot h + m_{\text{э } ri}} \quad [1]$$

и с учетом массы столба рабочей среды под поршнем поверяемого манометра

$$A_i = \frac{(m_{\text{пов}} + \rho_c \cdot F_{\text{пов ном}} \cdot h + m_{\text{пов } ri})q_i}{m_{\text{э}} + m_{\text{э } ri}}, \quad [2]$$

где $m_{\text{э}}$ и $m_{\text{нов}}$ – действительная масса поршня с грузоприемным устройством эталонного и поверяемого манометров соответственно, кг;

m_{ri} и $m_{\text{нов } ri}$ – действительная масса грузов и гирь при i -м уравнивании, нагружаемых на эталонный и поверяемый манометры соответственно, кг;

$F_{\text{э ном}}$ и $F_{\text{пов ном}}$ – номинальные значения приведенных площадей ИПС эталонного и поверяемого манометров соответственно, м²;

h – расстояние между нижними торцами поршней эталонного манометра и поверяемого манометра, м; $h > 0$, если нижний торец поршня эталонного манометра ниже торца поршня поверяемого манометра;

ρ_c – плотность рабочей среды, кг/м³;

q_i – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры и деформации на показания манометров, определяемый по формуле [3]:

$$q_i = 1 + (\alpha_{1\text{э}} + \alpha_{2\text{э}})(t_{\text{э } i} - 20^\circ\text{C}) - (\alpha_{1\text{нов}} + \alpha_{2\text{нов}})(t_{\text{нов } i} - 20^\circ\text{C}) + (\beta_{\text{э}} - \beta_{\text{нов}})p_i, \quad [3]$$

где $\alpha_{1\text{э}}$ и $\alpha_{2\text{э}}$ – температурные коэффициенты линейного расширения материалов цилиндра и поршня эталонного манометра, °С⁻¹;

$\alpha_{1\text{нов}}$ и $\alpha_{2\text{нов}}$ – температурные коэффициенты линейного расширения материалов цилиндра и поршня поверяемого манометра, °С⁻¹;

$t_{\text{нов } i}$ и $t_{\text{э } i}$ – температура поверяемого и эталонного манометров соответственно при i -м уравнивании, °С;

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

$\beta_{\text{э}}$ и $\beta_{\text{нов}}$ – коэффициенты деформации поршня и цилиндра от давления эталонного и поверяемого манометров соответственно, Па⁻¹.

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

По результатам значений A_i определяют среднее отношение масс с учетом массы столба рабочей среды под поршнем эталонного манометра по формуле [4]:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_{\text{пов}} + m_{\text{пов } ri})q_i}{\sum_{i=1}^n (m_{\text{э}} - \rho_c \cdot F_{\text{э ном}} \cdot h + m_{\text{э } ri})}, \quad [4]$$

а с учетом массы столба рабочей среды под поршнем поверяемого манометра по формуле [5]:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_{\text{пов}} + \rho_c \cdot F_{\text{пов ном}} \cdot h + m_{\text{пов ri}}) \cdot q_i}{\sum_{i=1}^n (m_{\text{э}} + m_{\text{э ri}})}, \quad [5]$$

где n – число поверяемых точек.

8.4.4.2.3 При определении эффективной площади ИПС по способу с предварительным уравниванием перед началом измерений проводят предварительное уравнивание поршней эталонного и поверяемого манометров 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 эффективной площади не измеряют и не учитывают.

Дальнейший порядок измерений такой же, как и при способе без предварительного уравнивания.

Отношение масс A_i ; при каждом отдельном уравнивании поршней по этому способу определяют по формуле [6]:

$$A_i = \frac{m_{\text{пов ri}} \cdot q_i}{m_{\text{э ri}}}, \quad [6]$$

а среднее отношение масс \bar{A} – по формуле [7]:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{\text{пов ri}} \cdot q_i}{\sum_{i=1}^n m_{\text{э ri}}}. \quad [7]$$

8.4.4.2.4 Эффективную площадь поверяемого манометра $F_{\text{нов}}$ определяют по формуле [8]:

$$F_{\text{нов}} = F_{\text{э}} \cdot \bar{A}, \quad [8]$$

где $F_{\text{нов}}$ – значение эффективной площади ИПС эталонного манометра, см².

Предельные отклонения значений эффективной площади ИПС поверяемого манометра от номинального значения должны соответствовать приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Предельные отклонения значений эффективной площади ИПС

| Номинальное значение эффективной площади поршневой пары, см ² | Предельное отклонение от номинального значения, % |
|--|---|
| 0,2 | ±1,0 |
| 1 | ±0,4 |
| 5 | ±0,4 |
| 25 | ±0,2 |

8.4.4.2.5 Для оценки точности полученных значений эффективной площади ИПС для манометров вычисляют среднее квадратическое отклонение S_F результата в последовательности, приведенной ниже.

При каждом значении давления определяют разность отношений масс δ_i по формуле [9]:

$$\delta_i = A_i - \bar{A}. \quad [9]$$

Среднее квадратическое отклонение определяют по формуле [10]:

$$S_F = \frac{F_э}{F_{пов}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i)^2}{n-1}} \cdot 100\%. \quad [10]$$

Среднее квадратическое отклонение результата определения эффективной площади ИПС не должно превышать значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Среднее квадратическое отклонение результата определения эффективной площади ИПС

| Класс точности | Среднее квадратическое отклонение, % |
|----------------|--------------------------------------|
| 0,003 | 0,0012 |
| 0,005 | 0,0020 |
| 0,008 | 0,0032 |
| 0,01 | 0,0040 |

8.4.4.3 Определение эффективной площади ИПС манометра методом непосредственного сличения в реперных точках с эталоном абсолютного давления производят по следующему методу.

8.4.4.3.1 Производят подготовку к работе, установку в рабочее положение манометра и эталона абсолютного давления в соответствии с эксплуатационной документацией. Собирают установку в соответствии с вакуумной схемой (рисунок 1).

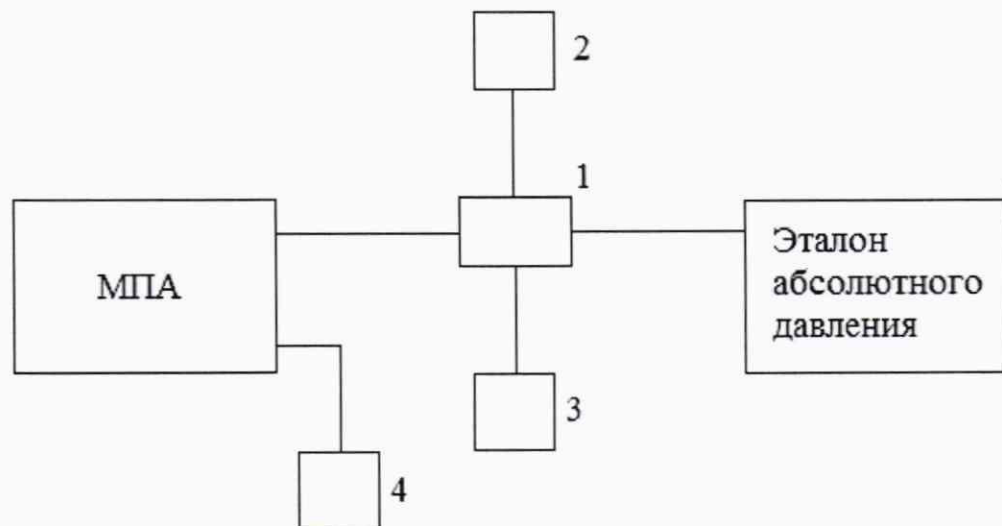


Рисунок 1 – Вакуумная схема установки

1 – устройство создания давления; 2 – источник рабочей среды манометра (МПА);

3 – вакуумный насос для понижения давления;

4 – вакуумный насос для откачки воздуха из вакуумной камеры.

8.4.4.3.2 Опробование.

8.4.4.3.2.1 При опробовании следует проверить на герметичность и работоспособность манометр.

8.4.4.3.2.2 Производят откачку вакуумным насосом для понижения давления измеряемой величины газа до значения нижнего предела измерений

манометра. Остаточное давление в вакуумной камере должно быть не более 10 Па.

8.4.4.3.2.3 Измерения следует проводить не менее чем при пяти значениях давления.

8.4.4.3.2.4 Расчет давления манометра производят согласно сопроводительной документации, в качестве эффективной площади при первичной поверке принимают значение, полученное на заводе-изготовителе, при периодической – значение, полученное при предыдущей поверке.

8.4.4.3.2.5 Фиксацию показаний осуществляют после установки поршня манометра в рабочее положение и стабилизации термодинамических процессов.

По полученным результатам измерения вычисляется эффективная площадь ИПС манометра в каждой реперной точке [11]:

$$F_i = F_0 \cdot \frac{P_{ni}}{P_{zi}}, \quad [11]$$

где F_i – эффективная площадь ИПС, полученная в i -ой реперной точке, см²;
 F_0 – эффективная площадь ИПС, полученная при предыдущей поверке или на заводе-изготовителе, см²;

P_{ni} – абсолютное давление манометра, рассчитанное для площади F_0 , Па;

P_{zi} – абсолютное давление, воспроизводимое эталоном, Па.

По результатам значений F_0 определяют среднее значение эффективной площади ИПС и СКО, определенные методом сличения с эталоном абсолютного давления по формулам [12] и [13].

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^m F_i}{m}, \quad [12]$$

$$S_F = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m (F_i - \bar{F})^2}}{\sqrt{m-1}} \cdot 100 \%, \quad [13]$$

где m – количество реперных точек.

8.4.4.3.2.6 Среднее квадратическое отклонение результата определения эффективной площади ИПС не должно превышать значений, указанных в таблице 5.

8.4.5 Определение порога реагирования.

8.4.5.1 Порог реагирования определяют при последнем уравнивании, т. е. при давлении, соответствующем верхнему пределу измерений манометров. При окончании уравнивания поршень поверяемого манометра дополнительно нагружают гирями, масса которых не превышает $\frac{0,1 \cdot \delta_{пов} \cdot m_{max}}{100 \%}$, (где m_{max} – масса грузов поверяемого манометра, соответствующая верхнему пределу измерений, кг).

8.4.5.2 Результат проверки порога реагирования считают положительным, если при помещении добавочных гирь равновесие поршней нарушится, а значение не превышает указанного в описании типа.

8.4.5.3 Если значение эффективной площади было получено согласно п. 8.4.4.3, то определение порога реагирования не производится.

8.4.6 При соблюдении всех требований п. 8.4 пределы допускаемой основной погрешности поверяемого манометра не должны превышать значений, установленных в описании типа на него. Результаты поверки считаются положительными.

8.4.7 При несоответствии поверяемого манометра любому требованию п. 8.4 ИПС манометра разбирают, повторяют операции по п. 8.4, снова собирают и проводят повторные измерения. Если и во втором случае отклонения поверяемых параметров выходят за допустимые пределы, то выдают извещение о непригодности или в соответствии с заявлением заказчика переводят манометр в более низкий класс точности (например, манометр класса точности 0,005 может быть переведен в класс точности 0,008).

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол.

9.2 При положительных результатах поверки манометра, при наличии сертификатов калибровки на первичный и вторичный преобразователи температуры, вакуумметр, грузы, оформляется свидетельство о поверке со ссылкой на все сертификаты калибровки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.3 При отрицательных результатах поверки манометр к применению не допускают, выдают извещение о непригодности с указанием причин.