

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



Государственная система обеспечения единства измерений

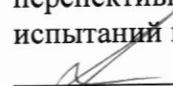
Микроманометр ПМКМ-1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0114-2022

Руководитель НИО
государственных эталонов
в области измерений давления


Р.А. Тетерук

Руководитель сектора
перспективных разработок и
испытаний в области давления

А.А. Пименова

г. Санкт-Петербург
2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на микроманометр ПМКМ-1, зав. № 45 (далее — микроманометр) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость микроманометра к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020), в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904.

1.3 Средства измерений из состава микроманометра должны быть утвержденных типов и подвергаться поверке в соответствии с установленными для них интервалами между поверками. Если очередной срок поверки средств измерений средства измерений наступает до очередного срока поверки микроманометра, то поверяют только это средство измерений, при этом поверку микроманометра не производят. Состав микроманометра приведен в описании типа и в документе «Микроманометр ПМКМ-1. Паспорт». Поверка микроманометра проводится в соответствии с установленным интервалом между поверками.

После ремонта микроманометра, если ремонт мог повлиять на его метрологические характеристики, проводится его поверка.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: непосредственное сличение.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта методики
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	п. 7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	п. 8
Определение метрологических характеристик	Да	Да	п. 9
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	Да	Да	п. 10

2.2 Проверка прекращается при получении отрицательного результата по разделам 7, 8 и 9 настоящей методики.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха	от +18 °C до +22 °C
- температура рабочей жидкости	от +18 °C до +22 °C
- относительная влажность воздуха	от 40 % до 80 %
- атмосферное давление	от 84 до 106,7 кПа

3.2 Рабочая жидкость – дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018 «Вода дистиллированная. Технические условия» (далее по тексту – дистиллированная вода). Рабочей средой, уравновешивающей столб рабочей жидкости, является воздух или иной чистый неагрессивный газ. Запрещается использовать микроманометр с рабочей жидкостью, отличной от указанной.

3.3 Вибрация, тряска, удары, магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу и метрологические характеристики микроманометра, должны отсутствовать.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталонные и поверяемые средства измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки (эталоны единиц величин, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки, рекомендуемых к применению при проведении поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8	Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 40 % до 80 %, абсолютная погрешность не более $\pm 2 \%$. Диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность не более $\pm 0,25$ кПа.	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11).
8, 9 (контроль температуры рабочей жидкости и окружающей среды)	Диапазон измерений температуры от 18 °C до 22 °C, абсолютная погрешность не более $\pm 0,05$ °C.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ (рег. № 50256-12) Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М (рег. № 19736-11)

Окончание таблицы 2

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8, 9	Диапазон измерений от $5 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^5$ Па; в диапазоне от $5 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^2$ Па $S \leq 0,025$ Па при $\Theta \leq 0,025$ Па; в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $5 \cdot 10^3$ Па $S \leq 0,04$ Па при $\Theta \leq 0,1$ Па; в диапазоне от $5 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ Па, $S \leq 0,2$ Па при $\Theta \leq 0,4$ Па (где S – среднее квадратическое отклонение результата измерений, Θ – неисключенная систематическая погрешность)	Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020).

Примечания:

Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

При выборе эталона должны быть выполнены условия: соотношение пределов допускаемых погрешностей, в поверяемых точках, эталона и микроманометра должно удовлетворять требованиям действующих государственных (или локальных) поверочных схем.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды, изложенные в эксплуатационных документах средств поверки и поверяемого средства измерений.

6.2 Отсоединять микроманометр от устройства создания давления следует только после полного сброса давления.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие микроманометра следующим требованиям:

- маркировка должна соответствовать указанной в описании типа;
- внешний вид должен соответствовать указанному в описании типа;
- механические повреждения, следы коррозии, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, должны отсутствовать;
- направляющая вертикальная стойка и рабочая поверхность базовой площадки не должны иметь повреждений и следов коррозии.

7.2 Комплектность должна соответствовать указанной в паспорте на микроманометр.

Перед проведением поверки, средства измерений, входящие в состав микроманометра (концевые меры, термометр, преобразователь линейных перемещений), должны быть поверены, сведения о поверке должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

7.3 Микроманометр, не удовлетворяющий требованиям пп. 7.1 и 7.2 настоящей методики, не подлежит дальнейшей поверке.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки микроманометра должны быть проведены следующие подготовительные работы:

а) поверяемый микроманометр должен быть установлен на столе, микроманометр устанавливают по уровням в рабочее положение, при этом пузырьки в ампулах должны находятся в середине ампул;

б) со штуцеров и базовой площадки должны быть сняты предохранительные колпачки; при наличии на вертикальной трубке неподвижного сосуда второго штуцера он должен быть закрыт заглушкой;

в) базовую площадку и меры концевые микроманометра необходимо выдержать в помещении в их упаковке не менее 18 ч, после чего каждая мера должна быть распакована, освобождена от смазки, тщательно промыта авиационным бензином по ГОСТ 1012-2013 и вытерта чистой сухой салфеткой из хлопчатобумажной ткани;

г) сосуды и соединяющая их резиновая трубка должны быть промыты дистиллированной водой в следующем порядке:

- кран сливного штуцера неподвижного сосуда должен быть закрыт;
- в неподвижный сосуд должна быть налита дистиллированная вода;

- подвижный сосуд должен быть установлен в крайнее верхнее положение и через кран сливного штуцера неподвижного сосуда может быть слита вода.

д) через штуцер сливного крана неподвижного сосуда должно быть залито в микроманометр 300 – 500 мл дистиллированной воды;

е) до начала поверки заполненный дистиллированной водой микроманометр должен находиться в помещении, где будет проводиться поверка, не менее суток, при температуре окружающего воздуха, указанной в п.3.1.

8.2 При проведении опробования должно быть установлено соответствие микроманометра следующим требованиям:

а) установочные винты должны легко вращаться и обеспечивать установку микроманометра по уровням;

б) подвижный сосуд должен перемещаться вдоль направляющей стойки плавно, без заеданий и рывков;

в) при подъеме и опускании подвижного сосуда резиновая трубка, соединяющая подвижный сосуд с неподвижным не должна зацепляться за детали микроманометра и не должна перегибаться;

г) резиновая трубка для соединения микроманометра с сильфонным прессом должна быть эластичной и не иметь видимых дефектов;

д) изображение теневого подвижного индекса в поле зрения микроскопа должно быть отчетливым и располагаться параллельно линиям биссектора;

ж) микроманометр должен быть герметичным.

8.2.1 Проверку герметичности проводят при избыточном давлении 4000 Па в указанной ниже последовательности:

а) с помощью резиновой трубки соединяют сильфонный пресс со штуцером вертикальной трубы неподвижного сосуда;

б) устанавливают подвижный сосуд в крайнее верхнее положение;

в) сильфонным прессом повышают давление в неподвижном сосуде до момента появления теневого подвижного индекса в середине биссектора микроскопа;

г) выдерживают микроманометр под созданным давлением в течении 3 минут.

Если за это время положение подвижного индекса не изменится, то микроманометр считается герметичным.

8.2.2 Проверку вертикальности направляющей и горизонтальности базовой площадки для мер осуществляют следующим образом:

а) микроманометр устанавливают по уровням в рабочее положение;

б) с помощью оптического квадранта измеряют углы отклонений от вертикали направляющей в двух взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях, каждый из измеренных углов должен быть не более $1'$;

в) оптический квадрант устанавливают на базовую площадку в двух взаимно перпендикулярных направлениях и измеряют углы ее наклона. Каждый из измеренных углов не должен превышать $30''$.

8.3 Соединяют эталонный микроманометр из состава Государственного первичного специального эталона единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020) и поверяемый микроманометр как показано на рисунке 1. При этом кран 9 должен быть открыт.

До проверки постоянства «0» микроманометра необходимо открыть кран 10, а краном 5 соединить неподвижные сосуды с атмосферой.

Затем следует поднять и опустить 3-4 раза подвижные сосуды эталонного и поверяемого микроманометров для выравнивания температуры воды в подвижных и неподвижных сосудах микроманометров и для смачивания стенок сосудов.

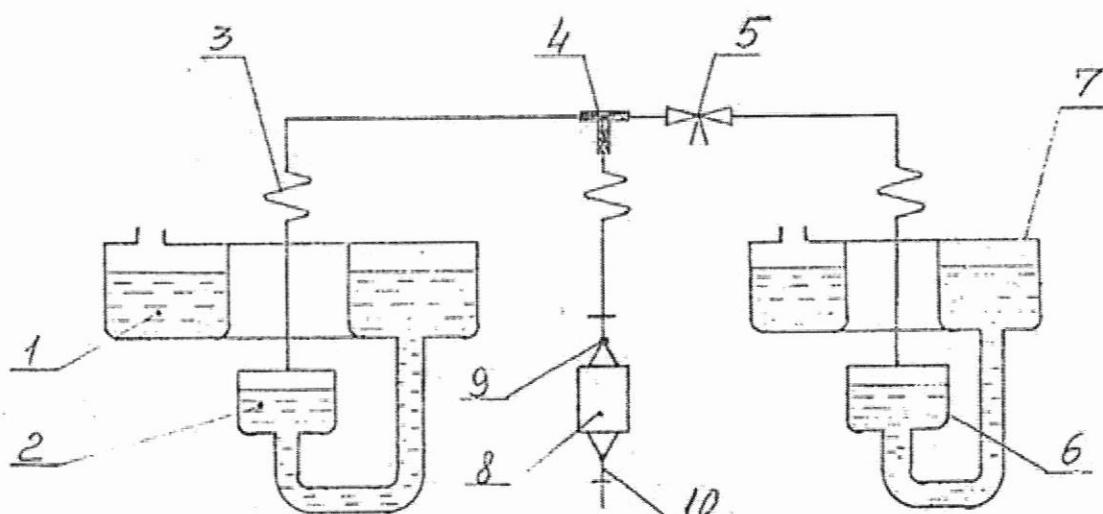


Рисунок 1 – Схема подключения поверяемого микроманометра к эталонному микроманометру

1 – подвижный сосуд эталонного микроманометра; 2 – неподвижный сосуд эталонного микроманометра; 3 – соединительные трубы, соединяющие неподвижные сосуды микроманометров с сильфонным прессом; 4 – тройник; 5 – трёхходовой кран;

6 – неподвижный сосуд поверяемого микроманометра; 7 – подвижный сосуд поверяемого микроманометра; 8 – сильфонный пресс; 9, 10 – краны сильфонного пресса

8.4 Проверку постоянства «0» микроманометра проводят в следующем порядке:

а) проверяют положение кранов, указанных в п. 8.3;

б) подвижный сосуд устанавливают в нижнее положение, при котором измерительный наконечник преобразователя линейных перемещений будет опираться на базовую площадку и показание цифрового индикатора (далее по тексту – индикатора) составит 0,4 мм;

в) проверяют положение теневого индекса в биссекторе микроскопа. Индекс должен находиться в середине биссектора. В случаях, когда подвижный индекс не находится в середине биссектора, проводят регулировку.

8.4.1 Регулировку положения теневого индекса проводят следующим образом. Вращением винта точной регулировки добиваются такого положения подвижного сосуда, при котором теневой подвижный индекс, наблюдаемый в микроскоп, устанавливается в середине биссектора микроскопа. При этом изменится показание индикатора. Для корректировки показаний индикатора нажмите кнопку  . В процессе поверки микроманометра последующую корректировку нуля, при необходимости, проводят с помощью винта окулярного микроманометра.

г) закрывают кран 10, а краном 5 отключают соединение неподвижных сосудов между собой и атмосферой, затем два раза поднимают и опускают подвижные сосуды микроманометров;

д) устанавливают краны 5 и 10 в положение, указанное в п. 8.4 и проверяют положение теневого подвижного индекса в биссекторе микроскопа по п. 8.4 подпункт «в». Если смещение индекса превышает 5 мкм (четверть деления биссектора микроскопа), то постоянство «0» считают удовлетворительным.

8.4.2 Проверку постоянства «0» проводят три раза.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Контролируются условия проведения поверки в соответствии с п. 3.1. При сличении микроманометров необходимо проводить не менее пяти серий измерений. Температуру воды в подвижных сосудах микроманометров следует измерять в каждой проверяемой точке каждой серии. Температуру рабочей жидкости и окружающего воздуха контролируют при помощи термометра многоканального. Разность измеренных температур воды в поверяемом и эталонном микроманометрах не должна превышать $\pm 0,5$ °C в пределах каждой серии.

9.1.1 Для приведения высот столбов микроманометров к одной температуре вводят поправку к высоте столба воды поверяемого микроманометра на разность температур воды в поверяемом и эталонном микроманометрах по методике, указанной в приложении А.

9.2 Сличения поверяемого и эталонного микроманометров проводят следующим порядком:

- а) устанавливают краны 5 и 10 в положение, указанное в п. 8.4. подпункт «г»;
- б) поднимают подвижные сосуды на значение 10 мм;
- в) на поверяемый микроманометр устанавливают концевую меру;
- г) опускают на концевую меру подвижный сосуд и устанавливают его в положение, при котором показания индикаторов будут соответствовать п. 8.4 подпункт «б»;
- д) краном 5 соединяют неподвижные сосуды между собой, отключая соединение их с атмосферой;
- е) постепенно повышают давление с помощью сильфонного пресса до появления теневого подвижного индекса в биссекторе микроскопа эталонного микроманометра;
- ж) постепенно изменяют положение подвижного сосуда поверяемого микроманометра при помощи винта точной регулировки до появления теневого подвижного индекса;
- з) проверяют положение подвижного теневого индекса эталонного микроманометра и при необходимости повторяют операции п. 9.2 подпункт «е» и «ж» до установления индексов обоих микроманометров в свое первоначальное положение по п. 8.4.1 подпункт «д»;
- и) после прекращения перемещения подвижного индекса проводят отсчёт значения с дисплея индикатора поверяемого микроманометра;
- к) находят высоту столба жидкости алгебраическим сложением значения длины концевой меры и значения отсчета по индикатору;
- л) поднимают подвижные сосуды и с поверяемого микроманометра снимают концевые меры;

м) последовательно устанавливают на базовую площадку поверяемого микроманометра входящие в его состав концевые меры 10, 50, 100, 200, 300, 400 мм и проводят операции, указанные в п. 9.2 подпункты «а» - «л» при каждом значении концевой меры. При отсутствии концевых мер 300 и 400 мм допускается применение блоков концевых мер, но не более двух мер в блоке;

н) опускают подвижные сосуды и устанавливают их положение, соответствующее п. 8.4 подпункт «б»;

о) проверяют положение подвижного теневого индекса в биссекторе микроскопа каждого микроманометра. Если последнее удовлетворяет требованиям п. 8.4 подпункта «в», то нуль считается не смещенным и этим закачивается серия наблюдений. При смещении теневого подвижного индекса, превышающего 5 мкм, сличение показаний необходимо провести вновь.

9.3 Результаты измерений заносят в протокол. Действительное значение давления рассчитывается в соответствии с формулой измерений приведенной в паспорте микроманометра.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Обработка результатов измерений.

Абсолютную погрешность измерений разности давлений вычисляют по формуле:

$$\Delta = P_{\text{п}} - P_{\text{з}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{п}}$ – значение показаний поверяемого микроманометра, Па;

$P_{\text{з}}$ – значение показаний эталонного микроманометра, Па.

Среднее квадратическое отклонение результатов измерений определяют в каждой точке по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \Delta_{\text{ср}})^2}{(n-1)}}, \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{ср}}$ – средняя абсолютная погрешность в поверяемой точке по результатам n серий измерений, Па;

Δ_i – абсолютная погрешность в поверяемой точке при i -ой серии измерений, Па.

10.2 Результаты поверки считают положительными, если полученные значения погрешности и СКО в соответствии с п. 10.1 не превышают пределов, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические требования к микроманометру

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений разности давлений, Па	от 100 до 4000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений разности давления, Па	$\pm 0,2$
Среднее квадратическое отклонение, не более	0,08 Па

10.3 Критерии подтверждения соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям, предъявляемым к эталону.

10.3.1 При соблюдении всех требований п. 10.2 микроманометр будет соответствовать вторичному эталону согласно поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке, с указанием состава средства измерений.

11.3 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.4 Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы.