

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

ВНИИМС

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора ВНИИМС  
В.П. Кузнецов  
1992 г.



РЕКОМЕНДАЦИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
МАНОМЕТРЫ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ ТИПА МПА-15  
МЕТОДИКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ И ПОВЕРКИ.

МИ 2238-92



Москва  
1992 г.

1794 / 1004

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Манометры абсолютного давления типа МПА-15.

Методика метрологической аттестации и поверки.

МИ 2238 - 92

Дата введения 1992г.

Настоящая рекомендация распространяется на манометры абсолютного давления типа МПА-15 кл. 0,01 и 0,02 и устанавливает методику их метрологической аттестации; периодической поверки.

Технические характеристики, термины и определения приведены в приложении I.

Настоящая рекомендация регламентирует также контроль метрологических характеристик манометров в течение межповерочного интервала ( приложение 2 ).

### I. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ МАНОМЕТРОВ.

Метрологическая аттестация распространяется на определение основных метрологических параметров манометров, необходимых и достаточных для воспроизведения значения абсолютного давления с требуемой точностью согласно уравнению измерений ( см. приложение I ).

#### I.1. Операции метрологической аттестации.

При проведении метрологической аттестации выполняют операции, приведенные в табл. I.

Таблица I.

Наименование операции	Методика проведения операции.
Определение разности эффективных площадей $f_2 - f_1$	п. I.5.2.
Определение разности эффективных площадей $F - f_2$	п. I.5.4.
Определение разности эффективных площадей $F - f_1$	п. I.5.5.
Определение массы грузов	п. I.6.
Оценка погрешности аттестации	п. I.7.

## 1.5 . Проведение аттестации.

### 1.5.1. Опробование.

Привод манометра должен обеспечивать вращение поршневой системы с частотой вращения не менее 30 об/мин.

При открытии измерительной и сравнительной камер манометра на атмосферу поршневую систему устанавливают вблизи нулевой отметки с колебаниями не более 0,5 дел. шкалы.

При выведении поршневой системы от нулевого положения вверх и вниз она должна возвращаться в нулевое положение с отклонениями не более  $\pm 0,5$  дел. шкалы.

Герметичность измерительной системы манометра должна обеспечивать откачку из обеих камер (сравнительной и измерительной) до остаточного давления  $P_{ост.} < 0,1$  мм.рт.ст.

При уравнивании избыточного давления до  $P_{И} = 300$  кПа поршневая система должна перемещаться вдоль оси плавно, без заметных заеданий и скачков.

1.5.2. Разности эффективных площадей силопередающего и компенсирующего поршней  $(f_2 - f_1)$  определяют двумя способами:

- путем создания одинакового разрежения в обеих камерах манометра;
- путем создания одинакового избыточного давления в обеих камерах манометра.

#### 1-й способ.

Обе камеры откачивают при помощи насоса до остаточного давления  $P_{ост.} = 0,5-1$  мм.рт.ст., которое контролируют по термометрическому вакуумметру ВТ-3, установленному на аттестуемом манометре. Затем насос отключают и наблюдают положение поршневой системы. В случае нарушения равновесия на поршни накладывают или снимают разновесы массой  $\Delta m$  до приведения поршневой системы в нулевое положение, установленное при атмосферном давлении в обеих камерах.

Разность эффективных площадей ( $см^2$ ) вычисляются по формуле:

$$(f_2 - f_1)_{\text{э}} = \frac{\Delta m_{\text{э}} \cdot g}{B} \quad (I)$$

Значение разности положительно, если разновес при восстановлении равновесия снимали, и отрицательно, если разновес накладывали.

Измерения проводятся пятикратно. По их результатам вычисляют среднее значение разности площадей.



Примечание. Последовательность первых трех операций определяется примененными образцовыми средствами.

### 1.2. Средства метрологической аттестации.

Грузопоршневой барометр типа БП-1у кл. 0,005 или манометр абсолютного давления МАД-3М кл. 0,005, а также другие манометры абсолютного давления класса точности не хуже 0,005.

Деформационный манометр типа МТ кл. 0,6 с в.п.и. 160 кПа.

Манометр абсолютного давления типа МПА-15 кл. 0,01 с в.п.и. 400 кПа.

### 1.3. Условия проведения аттестации.

Метрологическую аттестацию проводят при соблюдении следующих условий:

Температура окружающего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  :  $20 \pm 5$ .

Влажность окружающего воздуха, % : 80.

Атмосферное давление воздуха, кПа ( мм.рт.ст.) не менее 96 ( 720 ) и не более 102 ( 770 ).

Манометры не должны располагаться вблизи от отопительных систем или других источников тепловых воздействий и сквозняков.

Разность уровней верхнего торца поршня барометра и нижнего торца измерительного поршня манометра или нижних торцев поршней манометров МАД и МПА не должна превышать  $\pm 50$  мм.

### 1.4. Подготовка к аттестации.

1.4.1. Сличаемые манометры подключают к источникам разрежения и избыточного давления, которые должны обеспечивать плавное регулирование давления в диапазоне от минус 100 кПа до 300 кПа.

1.4.2. Аттестуемый манометр должен быть установлен в рабочем положении с отклонением оси поршневой системы от вертикали не более  $30^{\circ}$ .

1.4.3. Оба манометра должны быть выдержаны при температуре помещения, в котором проводится аттестация, не менее 6 часов.

1.4.4. Поверхности поршней манометра, выступающие из цилиндров должны быть тщательно очищены от натеков масла при помощи салфетки, не оставляющей на поверхностях ворса.

1.4.5. Поверхности грузов, применяемых при сличениях, должны быть сухими и чистыми, без следов пыли и масла.

$$(f_2 - f_1)_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta m_i \cdot g}{n \cdot B} = \frac{\Delta m_{\text{ср.}} \cdot g}{B} \quad (2)$$

где  $\Delta m_i$  - каждое  $i$ -ое значение массы, г;

$\Delta m_{\text{ср}}$  - среднее значение массы из измерений, г;

$g$  - ускорение силы тяжести;

$\Delta m \cdot g / B$  - вес разновеса, гс;

$B = 1000 \text{ гс/см}^2$  - среднее значение величины ат-мосферного давления в средних широтах страны;

$n = 5$  - число измерений.

Вычисляют среднее квадратическое отклонение результатов измерений

$$S(f_2 - f_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta (f_2 - f_1)_i^2}{n-1}} \quad (3)$$

где

$$\Delta (f_2 - f_1)_i = (f_2 - f_1)_i - (f_2 - f_1)_{\text{ср}}$$

Допускаемое значение среднего квадратического отклонения не должно превышать  $S(f_2 - f_1) \leq 2 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$ . Результаты измерений вносятся в протокол (приложение 3).

### 2-й способ.

В обеих камерах манометра создают избыточное давление  $P_{\text{и}} = 1 \text{ кгс/см}^2$ , которое контролируют по манометру типа МО кл. 0,6. Если равновесие поршневой системы, установленное при атмосферном давлении в обеих камерах, нарушается, то для его восстановления накладывают или снимают разновесы массой  $\Delta m$ . В момент уравнивания источник избыточного давления отключают.

Разность эффективных площадей ( $\text{см}^2$ ) вычисляют по формуле

$$(f_2 - f_1)_i = \frac{\Delta m_i \cdot g}{P_{\text{и}}} \quad (4)$$

Значение разности положительно, если равновес при восстановлении равновесия накладывается, и отрицательно, если равновес снимается.

Измерения производятся пятикратно. По их результатам вычисляют среднее значение разности площадей

$$(f_2 - f_1)_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta m_i \cdot g}{n \cdot P_{\text{и}}} = \frac{\Delta m_{\text{ср.}} \cdot g}{P_{\text{и}}} \quad (5)$$

где  $P_{\text{и}} = 1000 \text{ гс/см}^2$  - значение избыточного давления в обеих камерах.

Вычисление  $S(f_2 - f_1)$  и его допускаемое значение аналогичны I - му способу. Результаты измерений вносятся в протокол (прило-



жение 2) .

Отклонение друг от друга значений  $(f_2 - f_1)$ , определенных обеими способами, не должно превышать  $2 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$ . Абсолютная величина разности площадей не должна превышать  $|f_2 - f_1| \leq 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$ .

1.5.3. Разность эффективных площадей  $(F - f_1)$  и  $(F - f_2)$  определяют одним из двух способов:

- путем сличения аттестуемого манометра с барометром высшего разряда на разрежении;
- сличением аттестуемого манометра с манометром высшего разряда на избыточном давлении.

1.5.4. По первому методу разность эффективных площадей  $(F - f_2)$  определяют путем непосредственного сличения с образцовым грузопоршневым барометром типа ВП - Iy кл. 0,005 по результатам измерения разрежения.

Верхнюю (сравнительную) камеру манометра МПА-15 с помощью шлангов и тройника соединяют с барометром и системой для плавного регулирования разрежения. На грузоприемную тарелку грузопоршневого барометра накладываются грузы, масса которых соответствует заданному разрежению. При помощи регулировочного вентиля в системе создают разрежение, при котором поршень барометра устанавливается в нулевое положение. Для уравновешивания созданного разрежения соответствующие ему грузы накладывают на грузоприемную тарелку манометра МПА-15. При этом допускается отклонение поршневой системы манометра от нулевого положения на  $\pm 10$  дел. шкалы.

Разность эффективных площадей вычисляют по формуле

$$(F - f_2)_{20} = 2 F_{\delta_{20}} + \Delta F_m + \Delta F_t + \Delta F_{шк} \quad (6)$$

$$1,996 \leq (F - f_2)_{20} \leq 2,004$$

где  $(F_2 - f_2)_{20}$  - разность площадей  $(F - f_2)_{20}$  при  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $\text{см}^2$ ;

$F_{\delta_{20}}$  - эффективная площадь барометра при  $t = 20^\circ\text{C}$ ;

$\Delta F_m = \frac{F}{F_{\delta H}} \cdot \frac{m_{ш} - 2m_{\delta}}{m_{\delta H}}$  - поправка на отклонение массы грузов  $m_{ш}$  при уравновешивании от номинальных значений;

$\Delta F_t = 4L \cdot F_{\delta H} (t_{\delta} - t_{ш})$  - поправка на разность температур поршневых пар барометра и манометра;

$\Delta F_{шк} = \frac{c(x_0 - x)}{m_{\delta H}} \cdot F_{\delta H}$  - поправка на отклонение поршневой системы манометра от нулевого положения.

$m_{\delta}$  и  $m_{ш}$  - масса грузов, накладываемых на поршень барометра и ее номинальное значение, г;

$F_{\delta H} = I \text{ см}^2$  - номинальная эффективная площадь поршня барометра;

$C$  - цена деления шкалы манометра, г/дел.

$(\lambda_0 - \lambda)$  - отклонение поршневой системы от нулевого положения, дел. ;

$\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$  1/град. - коэффициент линейного расширения материала поршневых пар.

Масса грузов  $m_{\delta}$  и  $m_{\mu}$  должна быть известна с погрешностью не более 0,002 %.

Проводят 5 серий наблюдений, по 5 измерений в каждой серии (включая прямой и обратный ход), при следующих номинальных значениях массы грузов, накладываемых на грузоприемную тарелку барометра,  $m_{\delta n} = 900, 950$  и  $1000$  г, т.е. количество измерений  $n = 25$ .

Перед каждой серией и после ее проведения производят проверку нулевого положения поршней барометра и манометра.

Вычисляют среднее значение разности площадей по формуле

$$(F - f_2)_{cp20} = \frac{\sum_{i=1}^n (F - f_2)_i}{n}, \quad (7)$$

где  $(F - f_2)_i$  - каждое из значений, определенное по формуле (6) во всех сериях;

$n = 25$  - число измерений.

Среднее квадратическое отклонение вычисляют по формуле

$$S_{(F-f_2)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{25} [(F-f_2)_i - (F-f_2)_{cp20}]^2}{n-1}} \quad (8)$$

Доверительный интервал, в котором находится среднее значение разности площадей, определяют по формуле

$$\Delta_{(F-f_2)} = \frac{t_{\alpha} \cdot S_{(F-f_2)}}{\sqrt{n}}, \quad (9)$$

где  $t_{\alpha}$  - квантиль распределения Стьюдента.

При  $n = 25$  и доверительной вероятности  $P = 0,98$  квантиль распределения  $t_{\alpha} = 2,5$ , поэтому среднее квадратическое отклонение при  $\Delta_{(F-f_2)} \leq 0,001$  % не должно превышать

$$S_{(F-f_2)} \leq 2 \Delta_{(F-f_2)} = 0,002 \%$$



Разность эффективных площадей  $(F-f_1)$  вычисляют по формуле

$$(F-f_1) = (F-f_2) + (f_2-f_1)$$

Полученные результаты заносят в протокол ( приложение 4 ) и в свидетельство о метрологической аттестации манометра ( приложение 7 ) .

1.5.5. По второму методу разность эффективных площадей  $(F-f_1)$  определяют путем непосредственного сличения с манометром абсолютного давления типа МАД-З или МАД-ЗМ кл. 0,005 по результатам измерения избыточного давления.

Нижние ( измерительные ) камеры манометров МАД и МПА при помощи шлангов и тройника соединяют с системой для плавного регулирования избыточного давления, а верхние ( сравнительные ) камеры сообщают с атмосферным давлением. При помощи манометра МАД-З или МАД-ЗМ устанавливают избыточное давление ( методика измерения давления изложена в "Техническом описании и инструкции по эксплуатации" IO9I9-00 ТО на указанные приборы ) . Для уравнивания созданного давления на грузоприемную тарелку манометра МПА-15 накладывают соответствующие этому давлению грузы. При этом допускается отклонение поршневой системы манометра от нулевого положения на  $\pm 10$  дел. шкалы.

Разности площадей вычисляют по формуле

$$(F-f_1)_{20} = 10 \cdot \frac{m \cdot g}{P_{и'}} \left( 1 - \frac{\rho_B}{\rho} \right) + \Delta F_t + \Delta F_{шк} \quad (10)$$

$$1,996 \leq (F-f_1)_{20} \leq 2,004$$

- где  $(F-f_1)_{20}$  - разность площадей, приведенная к  $t = 20^\circ\text{C}$ ;  
 $m$  - масса грузов, наложенных при уравнивании на поршень манометра МПА-15, г;  
 $g$  - ускорение силы тяжести в месте измерений,  $\text{м/с}^2$ ;  
 $P_{и'} = P_{и} \cdot 133,322$  - избыточное давление, установленное по манометру МАД-З, Па (  $P_{и}$  - тоже, в мм.рт.ст. ).  
 $\rho_B$  и  $\rho$  - плотность воздуха и материала грузов соответственно,  $\text{г/см}^3$ ;

$$\Delta F_t = 2d(F-f_1)(20^\circ\text{C} - t_u) - \text{поправка на температуру поршневой системы манометра МПА-15, см}^2$$

$$\Delta F_{шк} = \frac{c(x_0 - x)}{m} (F-f_1) - \text{поправка на отклонение поршневой системы манометра от нулевого положения, см}^2$$

Примечание. Если масса грузов манометра МАД-З подогнана под нормальное ускорение силы тяжести, то  $g = g_n$  ( первый член формулы в правой части ) .



Масса грузов  $m$  должна быть известна с погрешностью не более 0,001 % для кл.т.0,01 и 0,002 % для кл.т.0,02.

Проводят 5 серий наблюдений, по 5 измерений в каждой серии (включая прямой и обратный ход) при следующих номинальных значениях избыточного давления, устанавливаемого по манометру МАД-3 (МАД-ЗМ),  $P_{\text{н}} = 750, 1000$  и  $1250$  мм.рт.ст. (100, 130 и 160 кПа). Общее количество измерений составляет  $n = 25$ .

Перед каждой серией и после ее проведения производят проверку нулевого положения обеих приборов.

Среднее значение разности площадей  $(F-f_1)_{\text{ср}}$ , среднее квадратическое отклонение  $S(F-f_1)$  и доверительный интервал  $\Delta(F-f_1)$  вычисляются в соответствии с формулами (7), (8) и (9). Значение  $S(F-f_1)$  не должно превышать 0,002 %.

Разность эффективных площадей  $(F-f_2)$  вычисляют по формуле

$$(F-f_2) = (F-f_1) - (f_2-f_1)$$

Полученные результаты заносят в протокол измерений (приложение 5) и в свидетельство о метрологической аттестации (приложение 7).

#### 1.6. Определение массы грузов.

Массу грузов при измерении давления в Па вычисляют по формуле

$$m = \frac{P(F-f_1)}{g} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho}\right), \quad (\text{II})$$

где  $m$  - масса груза, соответствующая давлению  $P$ , кг ;  
 $(F-f_1)$  - разность площадей измерительного и компенсирующего поршней, приведенная к температуре  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $\text{м}^2$  ;  
 $g$  - местное ускорение силы тяжести,  $\text{м}/\text{с}^2$  (допускается расчет массы груза под нормальное ускорение силы тяжести  $g_{\text{н}} = 9,80665 \text{ м}/\text{с}^2$ );  
 $P$  - номинальное значение давления, создаваемого грузом, Па ;  
 $\rho_{\text{в}}$  - плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$  ;  
 $\rho$  - плотность материала, из которого изготовлены грузы,  $\text{кг}/\text{м}^3$  ;  
 Массу грузов (кг), которые рассчитаны под номинальное давление в единицах "мм.рт.ст.", следует вычислять по формуле

$$m = 1,333425 \cdot 10^{-2} \frac{P(F-f_1)}{g}, \quad (\text{I2})$$

где  $P$  - номинальное значение давления, мм.рт.ст.;

$(F-f_1)$  - разность площадей,  $\text{см}^2$ ;

$g$  - ускорение силы тяжести,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$1,33342 \cdot 10^{-2}$  - переводной коэффициент, рассчитанный с учетом  $\rho_g = 0,0012 \text{ г}/\text{см}^3$  (при атмосферном давлении  $745 \pm 25 \text{ мм.рт.ст.}$ ) и  $\rho = 7,8 \text{ г}/\text{см}^3$  (для стальных грузов).

Массу грузов (кг), которые рассчитаны под номинальное давление в единицах "гПа" (мбар), следует вычислять по формуле

$$m = 1,000154 \cdot 10^{-2} \frac{P(F-f_1)}{g} \quad (13)$$

где  $P$  - номинальное значение давления, гПа (мбар);

$1,000154 \cdot 10^{-2}$  - переводной коэффициент, рассчитанный с учетом значений  $\rho_g$  и  $\rho$  по формуле (12)

В табл.2 приведены результаты расчета массы и допускаемые отклонения для комплекта грузов в "мм.рт.ст.", в табл.3 - для комплекта грузов в "гПа" (мбар). При этом принято  $(F-f_1)_H = 2 \text{ см}^2$ ,  $g_H = 9,80665 \text{ м}/\text{с}^2$ ,  $\delta_m = 0,002 \%$ .

Таблица 2.

Обозначение груза, мм.рт.ст.	Масса груза, г.	Допускаемое отклонение массы грузов, г.
500	1359,715	$\pm 0,025$
100	271,943	$\pm 0,005$
50	135,972	$\pm 0,003$
10	27,194	$\pm 0,002$
5	13,597	$\pm 0,002$
1	2,719	$\pm 0,002$



Таблица 3.

Обозначение груза, Па мбар	Масса груза, г.	Допускаемое отклонение массы грузов, г.
500	1019,872	$\pm 0,020$
100	203,974	$\pm 0,004$
50	101,987	$\pm 0,002$
10	20,394	$\pm 0,002$
5	10,199	$\pm 0,002$
1	2,039	$\pm 0,002$

Если разность площадей  $(F-f_1)$  аттестуемого манометра и местное ускорение силы тяжести отличаются от номинальных значений, принятых при расчете значений массы грузов, то поправки рассчитывают по формулам

$$\left. \begin{aligned} \Delta m_F &= m_H \frac{(F-f_1) - (F-f_1)_H}{(F-f_1)_H} \\ \text{и} \quad \Delta m_g &= m_H \frac{g_H - g}{g} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

где  $m_H$  - расчетное значение массы грузов, указанные в табл. 2 и 3, г;

$(F-f_1)$  - разность площадей манометра, определенная при его аттестации,  $\text{см}^2$ ;

$(F-f_1)_H = 2 \text{ см}^2$  - номинальное значение разности площадей,  $\text{см}^2$ ;

$g$  - местное ускорение силы тяжести,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$g_H = 9,80665 \text{ м}/\text{с}^2$  - нормальное ускорение силы тяжести.

Проверку действительной массы грузов на соответствие расчетным значениям производят по ГОСТ 8.479-82 и допускаемым отклонениям, указанным в табл. 2 и 3 по п. 1.6.

#### 1.7. Оценка погрешности аттестации.

Оценку метрологических характеристик аттестуемого манометра МПА-15 производят путем сравнения его показаний с показаниями манометра того же типа и разряда, отобранного для данных целей предприятием-изготовителем, по результатам измерений абсолютного давления.

Измерения производятся при давлениях  $P_g = 100, 500, 1000, 2000$  и  $3000 \text{ мм.рт.ст.}$  ( $15, 75, 150, 300$  и  $400 \text{ кПа}$ ). Величина давления, измеряемого каждым из манометров, определяется по формуле (1),

приложение I. Измерение производится 5-кратно.

По результатам измерений вычисляются значения отклонений показаний на каждой точке

$$\Delta P_i = P_{i2} - P_{i1}$$

среднее значение отклонений показаний

$$\Delta P_{\text{ср}} = \frac{\sum \Delta P_i}{n}$$

и среднее квадратическое отклонение

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum (\Delta P_i - \Delta P_{\text{ср}})^2}{n-1}} \quad (15)$$

где  $P_{i1}$  и  $P_{i2}$  - абсолютные давления, измеренные отобранным (сравнительным) и аттестуемым манометрами на  $i$ -ой точке;

$n=5$  - число измерений на каждой отметке.

Результаты измерений заносятся в протокол, приложение 6.

Величина  $\Delta P_{\text{ср}}$  и  $S_p$  не должны превышать значений, указанных в табл.4.

Таблица 4.

$P_a$		$\Delta P_{\text{ср}}$			$S_p$		
мм.рт.ст.	кПа	мм.рт.ст.	кПа	%	мм.рт.ст.	кПа	%
100	15	0,07	0,010	-	0,025	0,0035	-
500	65	0,15	0,020	-	0,05	0,007	-
1000	130	0,15	0,020	0,015	0,05	0,0075	0,005
2000	300	0,30	0,040	0,015	0,10	0,15	0,005
3000	400	0,45	0,060	0,015	0,15	0,020	0,005

В % указаны значения отклонений от измеряемой величины абсолютного давления.

При удовлетворении требований табл.4 с доверительной вероятностью  $P_d = 0,95$  погрешность манометра не будет превышать нормированных значений. В противном случае измерения необходимо повторить.

1.8. Оформление результатов метрологической аттестации.

1.8.1. При положительных результатах метрологической аттестации выдается свидетельство по форме приложения 7.



1.8.2. При отрицательных результатах метрологической аттестации выдается извещение о непригодности манометра с указанием причин забракования.

## 2. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ПОВЕРКА.

При поверке определяют основные метрологические характеристики одним из следующих методов:

- непосредственного сличения показаний поверяемого манометра с манометром высшего разряда;
- одновременного сличения показаний трех манометров одинакового класса точности.

### 2.1. Операция поверки.

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл.5.

Таблица 5.

Наименование операции	Методика проведения операции.
Внешний осмотр	п. 2.4.
Опробование	п. 2.3.
Определение метрологических характеристик методом сличения с манометром высшего разряда	п. 2.5.1.
Определение метрологических характеристик методом тройного сличения манометров	п. 2.5.2.

### 2.2. Средства поверки.

Манометр абсолютного давления МАД-ЗМ кл.0.005 или другой манометр абсолютного давления класса точности не хуже 0,005;

Манометр абсолютного давления МПА-15 кл.0.01;

Образцовые веса 2-го и 3-го разрядов с пределами взвешивания 1 и 5 кг по ГОСТ 24104-80.

2.3. Условия поверки, подготовка к ней и опробование должны соответствовать требованиям пп. 1.3; 1.4 и 1.5.1.

2.4. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого манометра требованиям ГОСТ 8.479-82.

## 2.5. Определение метрологических характеристик.

2.5.1. Определение метрологических характеристик методом сличения с манометром высшего разряда путем сравнения показаний поверяемого и образцового манометров по результатам измерений абсолютного давления на отметках 100; 500; 1000; 2000 и 3000 мм.рт.ст.

( 15; 65; 130; 250 и 400 кПа )

При поверке манометра МПА-15 кл. 0,01 применяется манометр МАД-3М кл. 0,005, при поверки манометра МПА-15 кл. 0,02 применяется манометр МПА-15 кл. 0,01. Методика измерений для манометра МАД-3М - согласно ТО 10919-00, для манометра МПА-15 - согласно паспорта АВД2.832.802 ПС и требованиям настоящей рекомендации.

Проводят 5 серий наблюдений ( прямой и обратный ход ). Количество измерений на каждой поверяемой отметке  $n = 10$ .

Если поверяемый манометр МПА-15 предназначен для измерения избыточного давления, то определение метрологических характеристик проводится также на избыточном давлении согласно вышеуказанному. По результатам измерений вычисляют значения отклонения показаний на каждой отметке.

$$\Delta P_{i1} = P_{i2} - P_{i1}$$

среднее значение отклонений на каждой отметке

$$\Delta P_{cp} = \frac{\sum \Delta P_i}{n} \quad (16)$$

и среднее квадратическое отклонение на каждой отметке

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\Delta P_i - \Delta P_{cp})^2}{n-1}} \quad (17)$$

где индексы "1" и "2" - образцовый и поверяемый манометры соответственно;

$n = 10$  - количество измерений на каждой отметке.

Величины  $\Delta P_{cp}$  и  $S$  не должны превышать значений, указанных в табл.6.



Таблица 6.

мм.рт.ст.			кПа.		
$P_a$	$\Delta P_{\text{ср}}$	$S$	$P_a$	$\Delta P_{\text{ср}}$	$S$
класс точности 0,01					
100	0,05	0,015	15	0,006	0,002
500	0,10	0,03	65	0,013	0,004
1000	0,10	0,03	130	0,013	0,004
2000	0,20	0,07	250	0,025	0,008
3000	0,30	0,10	400	0,040	0,013
класс точности 0,02					
100	0,10	0,03	15	0,012	0,004
500	0,20	0,06	65	0,025	0,008
1000	0,20	0,06	130	0,025	0,008
2000	0,40	0,13	250	0,050	0,016
3000	0,60	0,20	400	0,080	0,026

Результаты измерений вносят в протокол.

Порог реагирования определяют в процессе измерений путем наложения на грузоприемную тарелку поверяемого манометра равновеса массой 50 мг при давлениях, равных атмосферному давлению и верхнему пределу измерений ( 3000 мм.рт.ст. или 400 кПа ) При этом на шкале отсчетного устройства должно произойти заметное на глаз перемещение указателя. При снятии равновеса прежнее положение равновесия должно восстановиться.

Оформление результатов поверки.

При положительных результатах поверки на манометр выдается свидетельство по установленной форме. Обратная сторона свидетельства заполняется по форме приложения 8.

При отрицательных результатах проводят выявление вызвавших их возможных причин, среди которых в первую очередь следует проверить в соответствии с паспортом работоспособность манометра ( порог реагирования, герметичность сравнительной камеры, биение поршневой системы, чистоту поверхностей поршней и грузов ) , а также провести продувку соединительной линии между поверяемым и образцовым манометрами.

Затем согласно п.1.5.2. настоящей Рекомендации проводят опреде -

ление неравенства площадей  $(f_2 - f_1)$  и его соответствия значению, указанному, в свидетельстве о метрологической аттестации.

И, наконец, согласно ГОСТ 8.479-82, п.3.3.6. проводится проверка соответствия действительных значений массы грузов расчетным значениям, указанным в свидетельстве о метрологической аттестации. В зависимости от полученных результатов проводится повторная поверка или принимается решение о непригодности манометра.

При наличии возможностей целесообразно также провести дополнительную поверку при помощи другого образцового манометра абсолютного давления. В случае выявления существенных расхождений результатов поверок оба образцовых манометра подвергаются поверке по п.2.5.2.

2.5.2. Определение метрологических характеристик методом сличения одновременно трех манометров.

Метод основан на сравнении результатов измерения давления одновременно тремя манометрами одинаковой точности ( кл.0,01 или кл.0,02 ) Процедура измерений аналогична п.3.6. При реализации метода требуется применение устройства для подключения к регулируемому источнику абсолютного давления трех манометров, находящихся в одинаковых условиях, как внешних, так и по параметрам соединительных линий ( длина, внутренний диаметр ) , которые не содержат вентелей и других сопротивлений.

Результаты каждого измерения сравниваются попарно

$$\Delta P_{12} = P_{11} - P_{12} ,$$

$$\Delta P_{123} = P_{12} - P_{13} ,$$

$$\Delta P_{131} = P_{13} - P_{11}$$

и для каждой пары аналогично п.2.5.1. вычисляются на всех поверяемых отметках средние отклонения показаний  $\Delta P_{\text{ср } 12}$  ,  $\Delta P_{\text{ср } 23}$  ,

$P_{\text{ср } 31}$  и средние квадратические отклонения  $S_{12}$  ,  $S_{23}$  ,  $S_{31}$   
Полученные результаты должны удовлетворять требованиям табл.6

Средние квадратические погрешности каждого из манометров определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \sqrt{\frac{S_{12}^2 - S_{23}^2 + S_{31}^2}{2}} \\ S_2 &= \sqrt{\frac{S_{12}^2 + S_{23}^2 - S_{31}^2}{2}} \\ S_3 &= \sqrt{\frac{-S_{12}^2 + S_{23}^2 + S_{31}^2}{2}} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$



Сумма значений средних отклонений показаний на каждой отметке должна удовлетворять условию

$$\Delta P_{cp12} + \Delta P_{cp23} + \Delta P_{cp31} = 0$$

что свидетельствует об отсутствии дополнительных систематических погрешностей при сличениях.

При положительных результатах поверки свидетельство о метрологической аттестации продлевается на <sup>2 мес</sup> 6 месяцев. Общий срок действия свидетельства не должен превышать 5 лет. 6 лет ✓

При отрицательных результатах поверки проводят выявление причин отказов аналогично п.2.5.1. и в случае невозможности их устранения свидетельство аннулируется.

В РЭ № МПА-15 летний  
интервал 2 года

ПРИЛОЖЕНИЕ I  
Справочное.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАНОМЕТРОВ МПА-15,  
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Образцовые манометры абсолютного давления МПА-15 кл. 0,01 и 0,02 изготавливаются по ТУ50-62-83.

НАЗНАЧЕНИЕ.

Манометры предназначены для поверки манометров абсолютного давления и барометрических приборов (барометров, барографов, высотометров и др.) кл. 0,05 и ниже, применяемых в авиационной технике, гидрометеослужбе и других отраслях науки и техники.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ.

Манометр основан на преобразовании величины абсолютного давления, действующей на поршневую систему, в силу и ее уравновешивании весом грузов. Методика измерений установлена в техническом описании на манометр.

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ.

Величина абсолютного давления определяется по формуле:

$$P_a = \frac{m \cdot g}{F - f_1} \left( 1 - \frac{P_B}{P} \right) + P_{\text{ост.}} \frac{F - f_2}{F - f_1} + B \frac{f_2 - f_1}{F - f_1}, \quad (1)$$

избыточного давления по формуле:

$$P_{\text{и}} = \frac{m \cdot g}{F - f_1} \left( 1 - \frac{P_B}{P} \right), \quad (2)$$

разряжения отрицательного избыточного давления по формуле:

$$V = \frac{m \cdot g}{F - f_2} \left( 1 - \frac{P_B}{P} \right), \quad (3)$$



где обозначено ( см.рис. I ) :

- $m$  - масса грузов, накладываемых на поршневую систему для достижения равновесия, кг.  
 $F$  - эффективная площадь измерительного поршня,  $m^2$ .  
 $f_1$  и  $f_2$  - эффективные площади компенсирующего и силопередающего поршней,  $m^2$ .  
 $g$  - ускорение силы тяжести в месте измерений,  $m/s^2$ .  
 $\rho_B$  и  $\rho$  - плотности воздуха и материала грузов,  $кг/см^3$ .  
 $P_{ост.}$  - остаточное давление в сравнительной камере, Па.  
 $P$  - атмосферное давление за время измерений, Па.

Величина 3-его члена правой части уравнения ( I ) может быть определена по графику ( рис.4 ).

#### ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.

Основными метрологическими параметрами поршневой измерительной системы ( константами уравнений измерений ) являются:

- $(F-f_1)$  - разность эффективных площадей измерительного и компенсирующего поршней;  
 $(F-f_2)$  - разность эффективных площадей измерительного и силопередающего поршней;  
 $(f_2-f_1)$  - разность эффективных площадей силопередающего и компенсирующего поршней.

Параметры связаны между собой очевидным соотношением:

$$(F-f_1) = (F-f_2) + (f_2-f_1)$$

Значения параметров должны составлять:

$$(F-f_1) \approx (F-f_2) = 2 \text{ см}^2 \pm 0,004 \text{ см}^2$$

$$|f_2-f_1| \leq 0,001 \text{ см}^2.$$

При соблюдений этих требований формула ( I ) принимает вид

$$P_a = \frac{m \cdot g}{F-f_1} \left( 1 - \frac{\rho_B}{\rho} \right) + P_{ост.}$$

### МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Манометры типа МПА-15 имеют следующие метрологические характеристики (см. таблицы № 1 и 2)

а) при подгонке массы грузов под давление в мм рт.ст.

Таблица 1

Класс точности	Диапазон измерений, мм рт.ст.	Погрешность	
		мм рт.ст.	%
0,01	0-150	0,05	-
	150-1000	0,1	-
	1000-3000	-	0,01
0,02	0-150	0,05	-
	150-500	0,1	-
	500-3000	-	0,02

б) при подгонке грузов под давление в кПа

Таблица 2

Класс точности	Диапазон измерений, кПа	Погрешность	
		кПа	%
0,01	0-20	0,06	-
	20-100	0,1	-
	100-400	-	0,01
0,02	0-20	0,06	-
	20-50	0,1	-
	50-400	-	0,02

Примечание. Относительная погрешность нормируется в % от измеряемого давления. Значение абсолютной погрешности во всем диапазоне приведено на рис. 3,4



## ПОДГОНКА МАССЫ ГРУЗОВ.

Масса грузов подсчитывается по формулам:

- для давления, измеряемого в мм.рт.ст.

$$m = 1,33322 \cdot 10^{-2} \frac{P_a (F-f_1)}{g} \left(1 + \frac{P_b}{P}\right), \quad (4)$$

где  $m$  - масса груза, кг;

$P_a$  - абсолютное давление, мм.рт.ст.;

$(F-f_1)$  - разность эффективных площадей измерительного и компенсирующего поршней, см<sup>2</sup>;

$g$  - местное ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

- для давления, измеряемого в кПа

$$m = 0,1 \frac{P_a (F-f_1)}{g} \left(1 + \frac{P_b}{P}\right), \quad (5)$$

где  $P_a$  - абсолютное давление, кПа;

остальные обозначения прежние.

## КОМПЛЕКТАЦИЯ ГРУЗОВ.

Комплекты грузов и допускаемые отклонения их массы от расчетных значений, подогнанных под "мм.рт.ст." и "кПа", приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Единица давления, мм.рт.ст.	Допускаем. отклонение массы, г.	Кол. шт.	Единица давления, кПа	Допуск. отклонение массы, г.	Кол. шт.
500	± 0,020	5	50	± 0,020	7
100	± 0,005	4	10	± 0,004	4
50	± 0,002	1	5	± 0,002	1
10	± 0,001	4	1	± 0,001	4
5	± 0,001	1	0,5	± 0,001	1
1	± 0,001	5	0,1	± 0,001	5

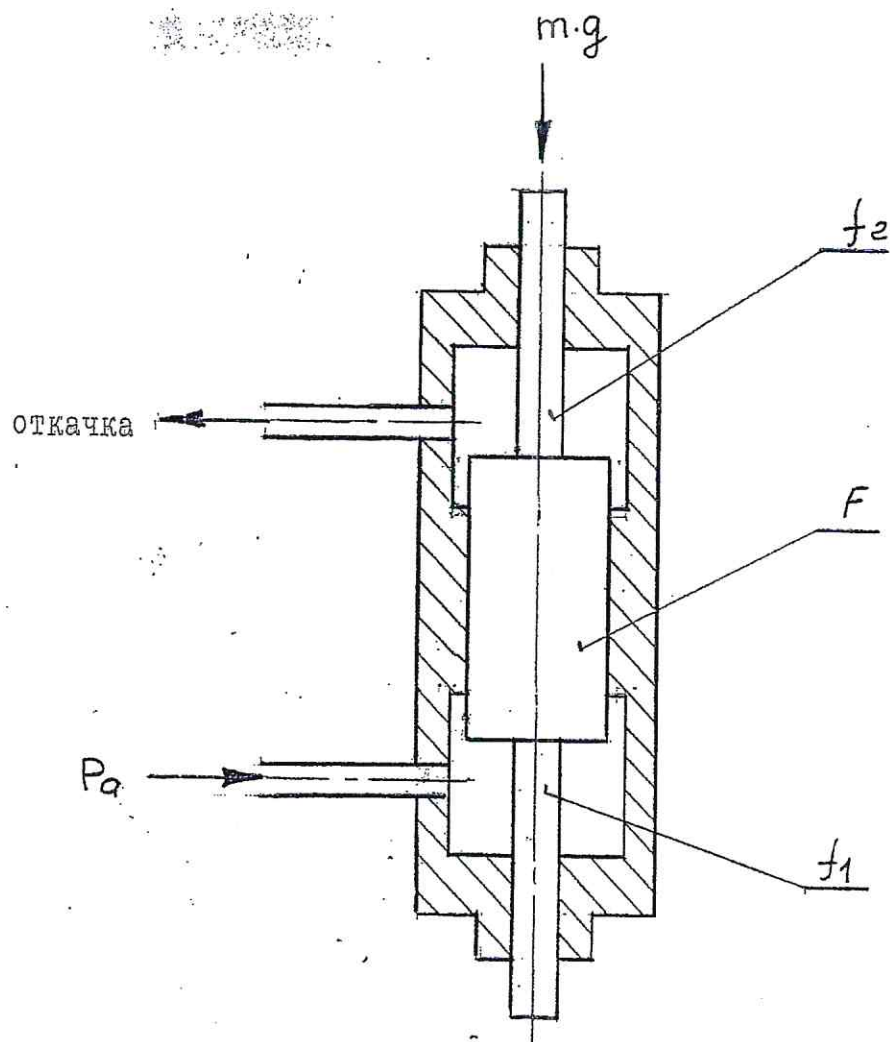


Рис. 1. Принципиальная схема поршневой системы.



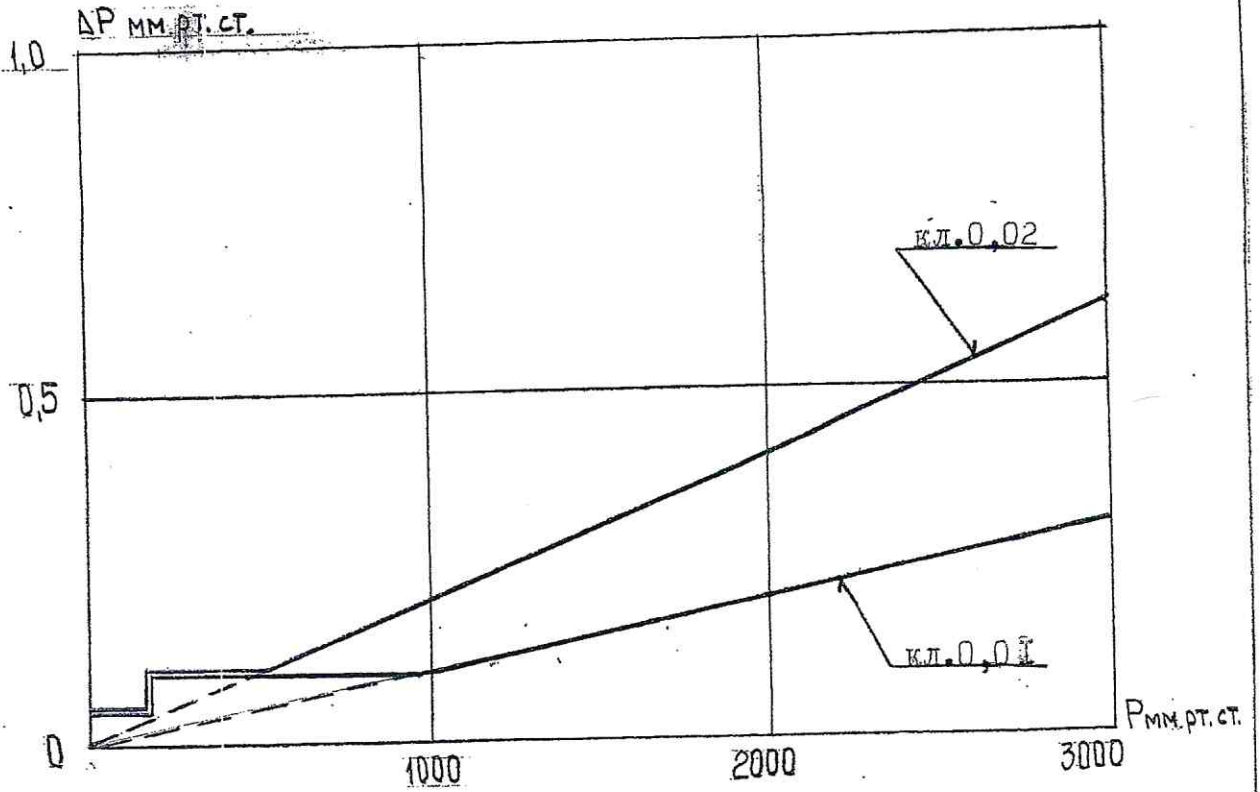


Рис. 2.

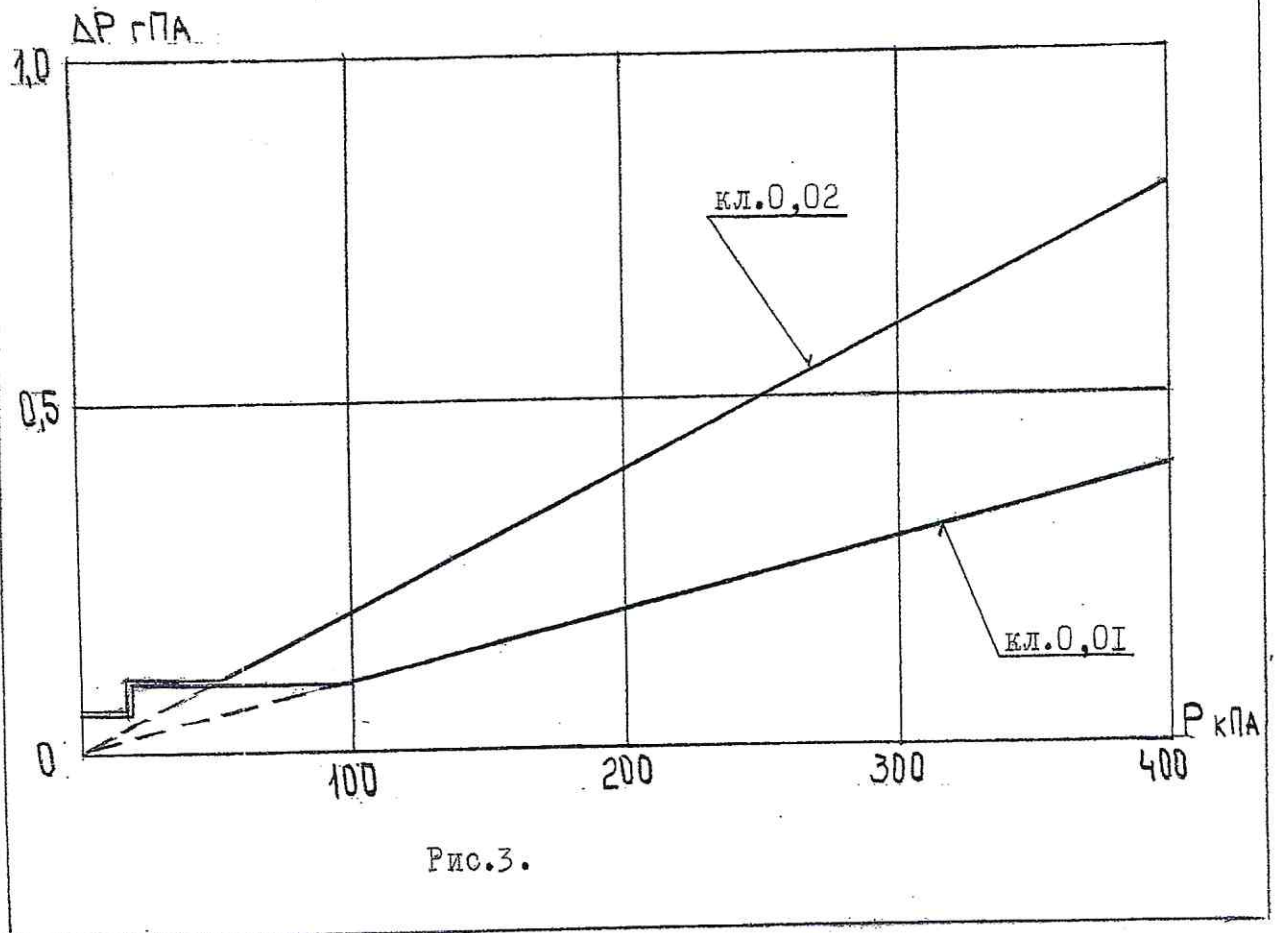


Рис.3.

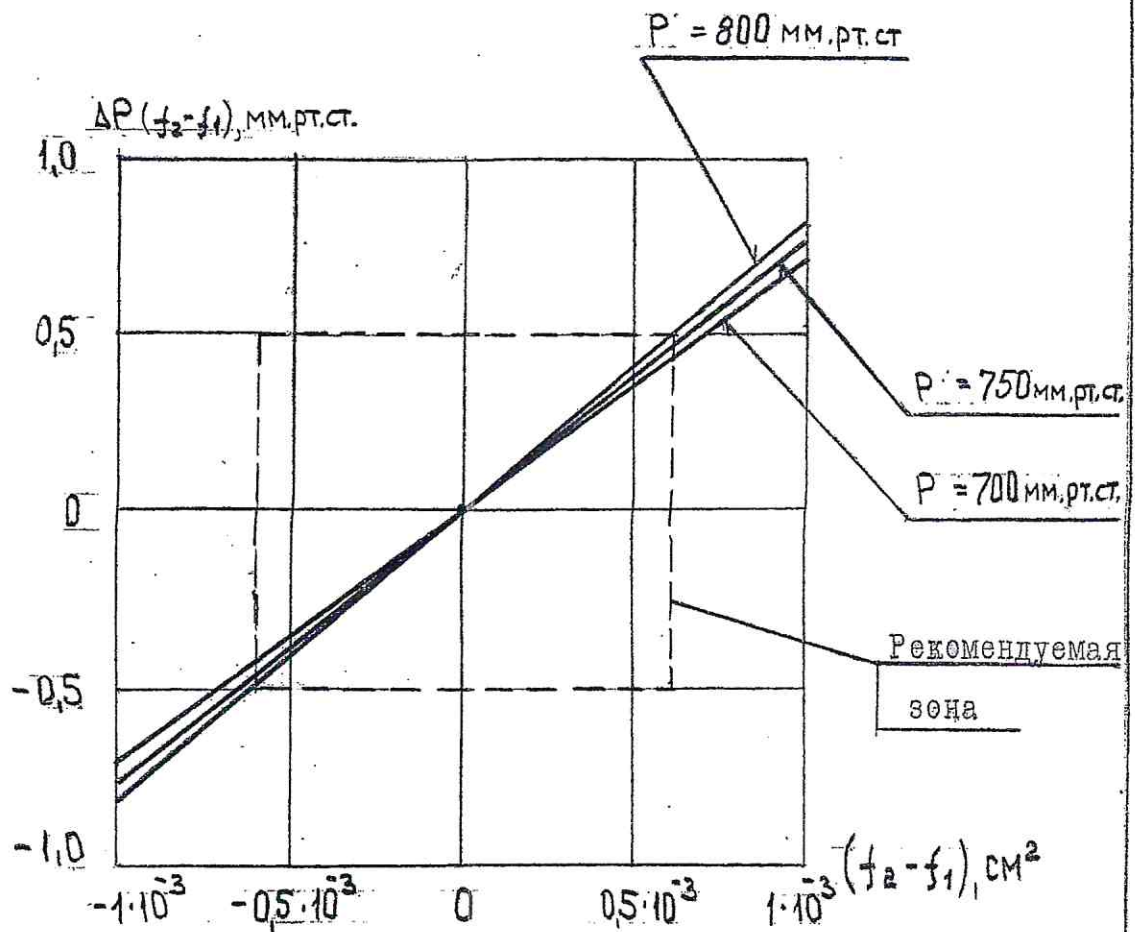


Рис.4. Поправка на неравенство площадей  $(f_2 - f_1)$ .



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Рекомендуемое.

## КОНТРОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.

Контроль метрологических характеристик распространяется на находящиеся в обращении манометры абсолютного давления МПА-15 кл.0,01 и кл.0,02 и проводится в период между очередными поверками манометров с целью обеспечения их надежности в процессе эксплуатации.

## I. Операции контроля.

При контроле метрологических характеристик манометров в зависимости от вида измеряемого давления проводят операции, приведенные в табл. I.

Таблица I.

Наименование операции	Методика проведения операции.
Определение метрологических характеристик по результатам измерений:	
абсолютного давления	п.3.1.
избыточного давления	п.3.2.
разрежения	п.3.3.

## 2. Методы и средства контроля.

Контроль метрологических характеристик производят методом сравнения показаний двух однотипных манометров МПА-15 кл.0,01 и кл.0,02.

В результате контроля проводят оценку среднего отклонения показаний и разброса показаний от среднего отклонения сравниваемых манометров в условиях их эксплуатации согласно паспорту АБДЖ.832.802 ПС.

## 3. Проведение контроля метрологических характеристик.

3.1. Контроль метрологических характеристик по результатам измерений абсолютного давления производят по упрощенной методике, аналогичной методике п.1.5.7., путем сравнения показаний двух однотипных манометров.

Измерения проводят при давлениях  $P_a = 100, 1000$  и  $3000$  мм.рт.ст. (15, 150 и 400 кПа) при прямом и обратном ходе. На последней отметке

дается 10% перегрузка.

Проводят две серии измерений. Общее количество измерений на каждой отметке  $n = 4$ .

Примечание. Если манометры предназначены для измерений в суженном по сравнению с указанным выше диапазоне, то контролируемые отметки следует равномерно располагать внутри этого диапазона.

По результатам измерений вычисляют значения отклонений показаний на каждой отметке

$$\Delta P_i = P_{i2} - P_{i1}$$

среднее значение отклонений на каждой отметке

$$\Delta P_{cp} = \frac{\sum \Delta P_i}{n}$$

и размах показаний на каждой отметке

$$\zeta_{\text{макс}} = \Delta P_{i \text{ макс}} - \Delta P_{cp}$$

Здесь обозначено:

$\zeta_{\text{макс}}$  - наибольшее отклонение от среднего значения;

$n$  - количество измерений на каждой отметке.

Величины  $\Delta P_{cp}$  и  $\zeta_{\text{макс}}$  не должны превышать значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2.

$P_a$		$\Delta P_{cp}$		$\zeta_{\text{макс}}$	
мм.рт.ст.	кПа	мм.рт.ст.	кПа	мм.рт.ст.	кПа
класс точности 0,01					
100	15	0,07	0,010	0,05	0,007
1000	150	0,15	0,020	0,10	0,015
3000	400	0,45	0,060	0,30	0,040
класс точности 0,02					
100	15	0,15	0,02	0,1	0,015
1000	150	0,30	0,04	0,2	0,030
3000	400	0,90	0,12	0,6	0,080



3.2. Контроль метрологических характеристик по результатам измерений избыточного давления производят аналогично п.3.1.

3.3. Контроль метрологических характеристик по результатам измерений разрежения в отличие от п.3.1 и п.3.2. проводят на отметках  $V = 100, 500$  и  $750$  мм.рт.ст. (  $15,65$  и  $100$ кПа ).

3.4. Контроль метрологических характеристик проводят при возникновении сомнений в результатах измерений, но не реже одного раза в месяц. Если результаты контроля не удовлетворяют требованиям табл.2, то контроль проводят повторно и при отрицательных результатах проводится внеочередная поверка в соответствии с п. 2.

ПРОТОКОЛ №  
от \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

Манометр абсолютного давления типа МПА-15, заводской № \_\_\_\_\_,  
изготовлен \_\_\_\_\_  
(дата изготовления)

1. Операции исследований. Определение неравенства площадей  
силопередающего и компенсирующего поршней, п. 1.6.2. МИ 2238  
-92.

2. Методика исследований - по п. 1.6.2.

3. Экспериментальные данные и результаты их обработки.

Таблица I

Результаты определения  $(f_2 - f_1)$  на разрежении по пп. 1.6.2.,  
I-й способ.

№ № п/п	$\Delta m_i$ (г)	$(f_2 - f_1)_i$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta (f_2 - f_1)_i$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta (f_2 - f_1)_i^2$ (см <sup>4</sup> )
I				
2				
3				
4				
5				
		$\sum (f_2 - f_1)_i$		$\sum \Delta (f_2 - f_1)_i^2$

Среднее значение неравенства площадей

$$(f_2 - f_1)_{cp} = \frac{\sum (f_2 - f_1)_i}{n} = \dots$$

Среднее квадратическое отклонение неравенства площадей

$$S_{(f_2 - f_1)} = \sqrt{\frac{\sum \Delta (f_2 - f_1)_i^2}{n - 1}} = \dots$$

Примечание. Отклонения неравенства площадей от среднего значения

$$\Delta (f_2 - f_1)_i = (f_2 - f_1)_i - (f_2 - f_1)_{cp}$$

Таблица 2  
 Результаты определения  $(f_2 - f_1)$  на избыточном давлении  
 по п. I.6.2., 2-й способ

№ № П/П	$\Delta m_i$ (г)	$(f_2 - f_1)_i$ ( $\text{см}^2$ )	$\Delta(f_2 - f_1)_i$ ( $\text{см}^2$ )	$\Delta(f_2 - f_1)_i^2$ ( $\text{см}^4$ )
I				
2				
3				
4				
5				
		$\Sigma(f_2 - f_1)_i$		$\Sigma \Delta(f_2 - f_1)_i^2$

Среднее значение неравенства площадей

$$(f_2 - f_1)_{\text{cp}} = \frac{\Sigma(f_2 - f_1)_i}{n} = \dots$$

Среднее квадратическое отклонение неравенства площадей

$$S_{(f_2 - f_1)} = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta(f_2 - f_1)_i^2}{n - 1}} = \dots$$

4. ВЫВОДЫ. Результаты определения неравенства площадей удовлетворяют (не удовлетворяют) требованиям п. I.6.2.

Значение  $(f_2 - f_1)_{\text{cp}}$  внесено в свидетельство о метрологической аттестации (в извещение о непригодности).

Исполнители: \_\_\_\_\_

должность, подпись, фамилия,  
инициалы



ПРОТОКОЛ №

от \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

Манометр абсолютного давления типа МПА-15, завод. № \_\_\_\_\_,  
изготовлен \_\_\_\_\_

(дата изготовления)

1. Операции исследований. Определение параметров ( $F-f_1$ ) и ( $F-f_2$ ) по методу "А", п. I.6.3., МИ 2238 -92.
2. Методика исследований - по п. I.6.3.
3. Экспериментальные данные и результаты их обработки.

Таблица I

Экспериментальные данные

№ № серий, дата, время	$m_{\delta H}$ (г)	$m_{\delta}$ (г)	$m_m$ (г)	$t_{\delta}$ (°C)	$t_m$ (°C)	$X_0 - X$ (дел.)
I	2	3	4	5	6	7
I	900 950 1000*) 950 900					
5	900 950 1000*) 950 900					

ж) При атмосферном давлении  $B < 735$  мм рт.ст. допускается другое значение  $m_{\delta}$ , но не менее значения, соответствующего атмосферному давлению  $B_{\text{мн}} = 720$  мм рт.ст.

Таблица 2

№ № серий	$\Delta F_M$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta F_L$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta F_{\text{шк.}}$ (см <sup>2</sup> )	$(F-f_2)l_i$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta(F-f_2)l_i$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta(F-f_2)^2 l_i^2$ (см <sup>4</sup> )
I	2	3	4	5	6	7
5						
				$\Sigma(F-f_2)l_i$		$\Sigma\Delta(F-f_2)^2 l_i^2$

Среднее значение разности площадей

$$(F-f_2)_{\text{cp}} = \frac{\Sigma(F-f_2)l_i}{n} = \dots$$

Среднее квадратическое отклонение разности площадей

$$S_{(F-f_2)} = \sqrt{\frac{\Sigma\Delta(F-f_2)^2 l_i^2}{n-1}} = \dots$$

Значение разности площадей

$$(F-f_1) = (F-f_2) + (f_2-f_1) = \dots$$

4. Выводы. Результаты определения разности площадей ( $F-f_2$ ) удовлетворяют (не удовлетворяют) требованиям п. 1.6.3. Значения ( $F-f_2$ ) и ( $F-f_1$ ) внесены в свидетельство о метрологической аттестации (извещение о непригодности).

Исполнители: \_\_\_\_\_

должность, подпись, фамилия,  
инициалы



Приложение 5  
Рекомендуемое

ПРОТОКОЛ №  
от \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

Манометр абсолютного давления типа МПА-15, завод. № \_\_\_\_\_,  
изготовлен \_\_\_\_\_  
(дата изготовления)

1. Операции исследований. Определение параметров  $(F-f_1)$  и  $(F-f_2)$  по методу "Б", п. 1.6.4., МИ 2238 -92.
2. Методика исследований - по п. 1.6.4.
3. Экспериментальные данные и результаты их обработки.

Таблица I

№ № серий, дата, время	$P_0$ (мм рт.ст.)	$P_0'$ (Па)	$m$ (г)	$t_m$ (°C)	$X_0 - X$ (дел)
I	2	3	4	5	6
I	750 1000 1250 1000 750				
5	750 1000 1250 1000 750				

Таблица 2

Результаты обработки экспериментальных данных

№ № серий	$(F-f_1)_m$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta F_t$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta F_{\text{шк}}$ (см <sup>2</sup> )	$(F-f_1)_i$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta(F-f_1)_i$ (см <sup>2</sup> )	$\Delta(F-f_1)_i^2$ (см <sup>4</sup> )
I	2	3	4	5	6	7
I						
5						
				$\Sigma(F-f_1)_i$		$\Sigma \Delta(F-f_1)_i^2$

Значение разности площадей, определяемое массой, п. I.6.4.,  
формула (9)

$$(F-f_1)_{m_i} = 9,99846 \cdot \frac{m_i \cdot g}{\rho'_u} = \dots$$

Среднее значение разности площадей

$$(F-f_1) = \frac{\Sigma(F-f_1)_i}{n} = \dots$$

Среднее квадратическое отклонение разности площадей

$$S_{(F-f_1)} = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta(F-f_1)_i^2}{n-1}} = \dots$$

Значение разности площадей

$$(F-f_2) = (F-f_1) - (f_2-f_1) = \dots$$

4. Выводы. Результаты определения разности площадей  $(F-f_1)$  удовлетворяют (не удовлетворяют) требованиям п. I.6.4. Значения  $(F-f_1)$  и  $(F-f_2)$  внесены в свидетельство о метрологической аттестации (извещение о непригодности).

Исполнители:

\_\_\_\_\_

(должность, подпись, фамилия, инициалы)



Приложение 6  
Рекомендуемое

ПРОТОКОЛ №  
от \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

Манометр абсолютного давления типа МПА-15 завод. № \_\_\_\_\_,  
изготовлен \_\_\_\_\_  
(дата изготовления)

1. Операции исследований. Оценка погрешности аттестации,  
п. 1.6.6. МИ 2238 - 92.
2. Методика исследований - по п. 1.6.6.
3. Экспериментальные данные и результаты их обработки.

Таблица I

Экспериментальные данные

Дата, время	№ № серий	$P_a$	$P_{i1}$	$P_{i2}$
1	2	3	4	5
	I	100 500 1000 2000 3000		
	5	100 500 1000 2000 3000		

Таблица 2

Результаты обработки экспериментальных данных

	№ № серий	$\Delta p_i$	$\Delta p_i - \Delta p_{cp}$	$(\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	$S_p$
I	2	3	4	5	6
100	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
		$\Delta p_{cp} = \frac{\sum \Delta p_i}{n}$		$\sum (\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	
500	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
		$\Delta p_{cp} = \frac{\sum \Delta p_i}{n}$		$\sum (\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	
1000	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
		$\Delta p_{cp} = \frac{\sum \Delta p_i}{n}$		$\sum (\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	
2000	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
		$\Delta p_{cp} = \frac{\sum \Delta p_i}{n}$		$\sum (\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	

Продолжение табл. 2

$P_a$	№ № серий	$\Delta p_i$	$\Delta p_i - \Delta p_{cp}$	$(\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	$S_p$
I	2	3	4	5	6
3000	I				
	2				
	3				
	4				
	5				
		$\Delta p_{cp} = \frac{\sum \Delta p_i}{n}$		$\sum (\Delta p_i - \Delta p_{cp})^2$	

4. Выводы. Результаты определения  $\Delta p_{cp}$  и  $S_p$  соответствуют (не соответствуют) требованиям п. I.6.6.

Исполнители: \_\_\_\_\_

должность, подпись, фамилия, инициалы



Приложение 7  
Рекомендуемое

(наименование организации, проводящей аттестацию)

С В И Д Е Т Е Л Ь С Т В О №

от \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

о метрологической аттестации

манометра абсолютного давления типа МПА-15

(заводской номер, дата изготовления)  
принадлежащего \_\_\_\_\_

(наименование предприятия или организации)

Назначение манометра. Манометр предназначен для поверки и градуировки манометров абсолютного давления, барометров, высотометров и других барометрических приборов классов точности 0,02 и ниже в диапазоне давлений от 0 до 3000 мм рт.ст. (от 0 до 400 кПа).

Результаты метрологических исследований.

Разность эффективных площадей измерительного и компенсирующего поршней

$$F - f_1 = \text{_____} \text{ см}^2.$$

Разность эффективных площадей измерительного и силопередающего поршней

$$F - f_2 = \text{_____} \text{ см}^2.$$

Неравенство эффективных площадей

$$f_2 - f_1 = \text{_____} \text{ см}^2.$$

По результатам метрологической аттестации, протоколы № № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 199\_\_ г., манометр абсолютного давления признан соответствующим требованиям технических условий \_\_\_\_\_.

Поверку проводить в соответствии с МИ 2238 -92.

Поверку провести не позднее \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

М.П.

Руководитель предприятия  
(метрологической организации),  
проводившего аттестацию

\_\_\_\_\_  
(подпись, фамилия, инициалы)

## Ф О Р М А

заполнения обратной стороны свидетельства о поверке.

## Основные результаты и выводы.

1. Среднее арифметическое отклонение показаний  $\Delta P_{cp}$  не превышает допустимого значения  $\Delta P_{дон} = \underline{\hspace{2cm}}$  .

2. Среднее квадратическое отклонение показаний  $S$  не превышает допустимого значения  $S_{дон} = \underline{\hspace{2cm}}$  .

3. Результаты поверки подтверждают метрологический статус манометра, основные метрологические параметры, указанные в свидетельстве о метрологической аттестации корректировки не требуют.