

12 - 0092

Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологической
службы
(ВНИИМС)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
В. В. Горбатов
21.09.89
1989г.

РЕКОМЕНДАЦИИ
ГСИ. ЗАДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХ-1600
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
2.Р.12143-90



ОГНТЕНЦИО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И СЕРТИФИКАЦИИ
метрологии и сертификации
им. Б.А. Дубовикова
Отдел поверки СИ
теплотехнических величин
Для свидетельства и справок

Справ. № _____
 Перв. примен. _____
 Инв. № год. _____
 Подп. и дата взамен инв. № _____
 Подп. и дата _____

Настоящая рекомендация распространяется на задатчики избыточного давления и разности давлений "Воздух-1600", выпускаемые из производства и ремонта, а также находящиеся в применении; и устанавливает методы и средства их поверки.

Принятые в рекомендации методы обработки результатов измерений и оценивания их погрешностей соответствуют ГОСТ 8.207-76.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

1.1. Проверка внешнего вида, комплектности и маркировки.

1.2. Опробование.

1.3. Проверка герметичности.

1.4. Проверка времени установления выходного давления.

1.5. Определение метрологических параметров:

- определение эффективных площадей поршней;

- определение расчетных значений масс поршней, втулок и грузов

и проверка соответствия действительных значений расчетным;

- определение границы основной погрешности задатчика.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться следующие средства:

1) микроманометр компенсационный с концевыми мерами длины типа МКМ-4 с пределами измерений 0,1 - 4 кПа (10 - 400 кгс/м²) класса точности 0,01 по ГОСТ 11161-84;

Изм.	Авт.	Начисл.	Подп.	Дата
Разраб	Шильдкре	ШШШ		24.03.89
Пров	Дзагуров	ДзДзД		24.03.89
Н.контр				
Утв.	Кессельман	ККК		26.04.89

Задатчик давления
"Воздух-1600" :

Лист	Лист	Лист
	?	

Формат А4

2) микроанометр переносной компенсационный с концевыми мерами длины типа ПМКМ с пределами измерений 0,1 - 4 кПа (10 - 400 кгс/м²) класса точности 0,01 по ГОСТ 11161-84;

3) манометр показывающий с верхним пределом измерений 160 кПа (1,6 кгс/см²) по ГОСТ 2405-80;

4) весы лабораторные образцовые типов ВЛО-20г-1а; ВЛО-200г-1а; ВЛО-1кг-1 по ГОСТ 24104-80Е;

5) гири граммные и миллиграммные образцовые 1 и 2 разряда по ГОСТ 12656-78 или 1 и 2 класса по ГОСТ 7323-82;

6) секундомер механический по ГОСТ 5072-79Е;

7) термометр с ценой деления 0,1 °С для измерения температуры в диапазоне 15... 35 °С по ГОСТ 2045-71;

8) напоромер дифференциальный с верхним пределом измерений 35 кПа (3500 кгс/м²) класса точности 2,5 по ГОСТ 2648-78;

9) уровень контрольный по ГОСТ 3059-75*;

10) барометр по ГОСТ 23659-79 или барограф по ГОСТ 6359-75;

11) психрометр аспирационный по ГОСТ 6353-52;

12) комплексы для измерения давления цифровые ИЦД с верхними пределами измерений 6; 10; 16 и 25 кПа (600; 1000; 1600 и 2500 кгс/м²) класса точности 0,1 по ТУ 25-05.2472-79;

13) преобразователи давления Сапфир-22ДИ с верхними пределами измерений 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5 и 4,0 кПа (25; 40; 60; 100; 160; 250 и 400 кгс/м²) класса точности 0,5 по ТУ 25-02.72013-81;

14) преобразователи разности давлений Сапфир-22ДД с верхними пределами измерений 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5 и 4,0 кПа (25; 40; 63; 100; 160; 250 и 400 кгс/м²) класса точности 0,5 по ТУ 25-02.720136-81);

Изм.	Лист	Издокум.	Подп.	Дат.

15) образцовые катушки сопротивления РЗЗІ сопротивлением 100 Ом класса точности 0,01 по ТУ 25-04.3368-78;

16) цифровые вольтметры Щ1516 с верхним пределом измерений 5В класса точности 0,015 по ТУ 25-04.2467-75.

Допускается применять другие средства поверки при условии их соответствия по точности и пределам измерений заменяемым.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

1) задатчик должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний паспорта, при этом уровень торца сопла задатчика не должен отличаться от уровня поверхности воды в плюсовом сосуде микроманометра более чем на 100 мм;

2) температура окружающего воздуха 15... 35 °С. Задатчик должен выдерживаться при этой температуре не менее 6 часов;

3) относительная влажность окружающего воздуха 30 ±80%;

4) атмосферное давление 680±800 мм рт.ст.;

5) тряска, вибрация и удары должны отсутствовать;

6) давление воздуха питания в сети, питающей задатчик, должно находиться в пределах, указанных в паспорте;

7) поршни задатчика должны быть тщательно промыты перед каждой серией измерений спиртом этиловым ректифицированным по ГОСТ 5962-67;

8) должна быть проверена правильность установки сопла задатчика по уровню и, при необходимости, откорректированы показания уровней задатчика;

9) сопло и грузы задатчика должны быть тщательно протерты тканью

Изм.	Лист	Издокум.	Подп.	Дат.

смоченной в спирте этиловом ректифицированном по ГОСТ 5962-67. Ткань не должна оставлять ворса;

10) поршни и грузы, необходимые для проведения аттестации, после выполнения требований п.7 и 9 настоящего раздела должны быть разложены на чистые листы бумаги.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Проверку внешнего вида, комплектности и маркировки следует проводить путем внешнего осмотра.

4.2. Опробывание

4.2.1. При опробывании задатчика избыточного давления последний включают в соответствии с указаниями паспорта и к штуцеру, обозначенному знаком "+", присоединяют напоромер с верхним пределом измерений 25 кПа (2500 кгс/м²). Установив ручку пневмораспределителя в положение "+", на поршень задатчика накладывают грузы, соответствующие давлению 3 кПа (300 кгс/м²). При воспроизведении указанного давления поршень задатчика должен свободно вращаться.

При периодической поверке расход воздуха, измеренный по ротаметру, встроенному в задатчик, не должен отличаться от значения, указанного в свидетельстве о предыдущей поверке, более чем на 5%.

Накладывают на поршень грузы, соответствующие давлению 16 кПа (1600 кгс/м²). При воспроизведении указанного давления поршень должен свободно вращаться.

4.2.2. При опробывании блока опорного давления последний включают в соответствии с указаниями паспорта и к штуцеру "опорное давление" присоединяют напоромер с верхним пределом измерений 25 кПа (2500 кгс/м²).

Изм.	Лист	Издокум.	Подп.	Дата

На поршень блока устанавливают грузы, соответствующие давлению 3 кПа (300 кгс/м²). При воспроизведении указанного давления поршень блока должен свободно вращаться.

При периодической поверке расход воздуха, измеренный по ротаметру, встроенному в блок: не должен отличаться от значения, указанного в свидетельстве о предыдущей поверке, более чем на 5%.

4.2.3. При опробывании датчика разности давлений последний включают в соответствии с указаниями паспорта и к штуцерам, обозначенным знаками "+" и "-", присоединяют напормер с верхним пределом измерений 25 кПа (2500 кгс/м²). Установите в сопло блока поршень "200 СИ" ("20 СИ"), а в сопло датчика избыточного давления поршень, втулку и грузы, соответствующие давлению 5,2 кПа (520 кгс/м²). Установив ручку пневмораспределителя в положение "+", по напормеру убеждаются в воспроизведении датчиком разности давлений 5 кПа.

4.3. Проверка герметичности

4.3.1. Герметичность датчика проверяют в соответствии с указаниями паспорта.

4.4. Проверка времени установления выходного давления

4.4.1. Проверка времени установления выходного давления датчика избыточного давления должна производиться при значении выходного давления, равном 16 кПа (1600 кгс/м²), а датчика разности давлений 5 кПа (500 кгс/м²).

4.4.2. Датчик подключают к напормеру так, чтобы длина пневматической линии связи внутренним диаметром 3-4 мм не превышала 1,5 м, и устанавливают ручку пневмораспределителя в положение "+". Затем

Изм.	Лист	На докум.	Подп.	Дата

одновременно включают тумблер (тумблеры) питания и секундомер. В момент, когда стрелка напоромера остановится, секундомер выключают. Время, измеренное секундомером, не должно превышать 20 с.

4.5. Определение метрологических параметров

4.5.1. Определение эффективных площадей поршней

1. Определяют эффективные площади поршня задатчика избыточного давления и блока опорного давления при массе $m_{сл}$ поршня, втулки и грузов, соответствующей давлению 3 нПа (300 кгс/м²). Плюсовой сосуд микроманометра вначале соединяют со штуцером "+" задатчика избыточного давления (ручка пневмораспределителя должна находиться в положении "+"), затем со штуцером "опорное давление" блока опорного давления. Проводят три серии измерений микроманометром выходных давлений задатчика избыточного давления и блока опорного давления при давлениях питания, равных нижним и верхним предельным значениям. Интервал между сериями должен быть не менее 1 часа.

Действительное значение массы $m_{сл}$ определяют взвешиванием с погрешностью не более 0,001%.

Значения эффективных площадей поршней при i -ом измерении, приведенные к нормальным условиям: температуре 20 °С и атмосферному давлению 760 мм рт.ст., определяют по формуле, см²:

$$(F_{сл})_i; [(F_{сл})_{оп}]_i = \frac{9,9985 m_{сл}}{[(\rho_{г})_i - (\rho_{в})_i] \cdot h_i} \left\{ 1 - 3,4 \cdot 10^{-5} [(t_{г})_i - 20] \right\} \times \\ \times \left\{ 1 + 10^{-3} \left[\sqrt{\frac{(\rho_{г})_i}{760}} - 1 \right] \right\} \quad (4.1)$$

Изм.	Лист	Издокум.	Подп.	Дат.

где $(F_{cl})_i$ и $[(F_{cl})_{оп}]_i$ - значения эффективной площади поршня задатчика избыточного давления и блока опорного давления соответственно;

m_{cl} - масса поршня втулки и грузов, г;

$(\rho_t)_i$ и $(\rho_v)_i$ - плотность дистиллированной воды и воздуха при атмосферном давлении $(p_0)_i$ и температурах воды t_i и воздуха $(t_v)_i$ соответственно, г/см³.

Значения $(\rho_v)_i$ берутся по таблице ГСССД-2-77. Значения $(\rho_0)_i$ рассчитываются по формуле:

$$(\rho_0)_i = 1,2094 \cdot 10^{-3} \frac{(p_0)_i}{760} \frac{293}{273 + (t_v)_i} \dots (4.2)$$

h_i - высота столба воды в микроманометре, мм.

Значение эффективной площади рассчитывается с точностью до пятой значащей цифры после запятой.

Ниже параметры с индексом "ОП" относятся к блоку опорного давления, без индекса - к задатчику избыточного давления.

Средние значения эффективных площадей определяют по формулам:

$$\bar{F}_{cl} = \frac{1}{6} \sum_1^6 (F_{cl})_i \dots (4.3)$$

$$(\bar{F}_{cl})_{оп} = \frac{1}{6} \sum_1^6 [(F_{cl})_{оп}]_i \dots (4.4)$$

Оценки относительных средних квадратических погрешностей S_{cl} и $(S_{cl})_{оп}$ определения $(F_{cl})_i$ и $[(F_{cl})_{оп}]_i$ соответственно

и оценки относительных средних квадратических погрешностей $\bar{S}_{сл}$ и $(\bar{S}_{сл})_{оп}$ определения $\bar{F}_{сл}$ и $(\bar{F}_{сл})_{оп}$ соответственно рассчитывают по формулам, %:

$$S_{сл} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 [(F_{сл})_i - \bar{F}_{сл}]^2}{5}} \cdot \frac{100}{\bar{F}_{сл}} \dots (4.5)$$

$$(S_{сл})_{оп} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 \{[(F_{сл})_{оп}]_i - (\bar{F}_{сл})_{оп}\}^2}{5}} \cdot \frac{100}{(\bar{F}_{сл})_{оп}} \dots (4.6)$$

$$\bar{S}_{сл} = \frac{S_{сл}}{\sqrt{6}} \dots (4.7)$$

$$(\bar{S}_{сл})_{оп} = \frac{(S_{сл})_{оп}}{\sqrt{6}} \dots (4.8)$$

Значения $S_{сл}$; $(S_{сл})_{оп}$; $\bar{S}_{сл}$ и $(\bar{S}_{сл})_{оп}$ рассчитывают с точностью до четвертой значащей цифры после запятой.

2. Определяют средние значения объемного расхода воздуха через задатчик избыточного давления и блока опорного давления при массе $m_{сл}$ и давлении питания ~~100 кПа (1 кгс/см²)~~ и 50 кПа (0,5 кгс/см²): соответственно

$$\bar{Q}_{сл} = \frac{1}{6} \sum_1^6 (Q_{сл})_i \dots (4.9)$$

$$(\bar{Q}_{сл})_{оп} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 [(Q_{сл})_{оп}]_i \dots (4.10)$$

где $(Q_{сл})_i$ и $[(Q_{сл})_{оп}]_i$ - объемные расходы, измеренные встроенными ротаметрами, при i -ом измерении.

Значения $Q_{сл}$ в л/мин определяют с точностью до второй значащей цифры после запятой.

3. Определяют эффективные площади F_j и $F_{оп}$ поршней задатчика избыточного давления и блока опорного давления соответственно.

Определение F_j проводят при массах m_j поршней, втулок и грузов, соответствующих давлениям 20 ; 30 ; 50 ; 60 ; 80 ; 100 ; 120 ; 160 ; 200 ; 215 ; 230 ; 240 ; 250 ; 260 ; 280 ; 300 ; 320 ; 360 ; 400 ; 700 ; 1000 ; 2000 ; 5000 и 16000 Па (2 ; 3 ; 5 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 ; 16 ; 20 ; 21,5 ; 23 ; 24 ; 25 ; 26 ; 28 ; 30 ; 32 ; 36 ; 40 ; 70 ; 100 ; 200 ; 500 и 1600 кгс/м²), а $F_{оп}$ - при массе $m_{оп}$, соответствующей давлению 200 Па (20 кгс/м²).

Для этого проводят три серии измерений давления до $p_{вх}$ и $(p_{вх})_{оп}$ и после $p_{вых}$ и $(p_{вых})_{оп}$ постоянного дросселя регулятора расхода при вышеуказанных массах и в том числе при массе, равной $m_{сл}$. Каждая серия содержит два измерения: при давлении питания, равном нижнему и верхнему граничным значениям. Интервал между сериями должен быть не менее 1 часа.

Для измерения давления $p_{вх}$ необходимо вывернуть заглушку регулятора расхода с обозначением " $p_{вх}$ " и вместо нее вернуть штуцер Б.652.145, соединив последний с комплексом ИЦЦ или преобразователем "Сапфир-22". Для измерения давления $p_{вых}$ необходимо в линию между штуцером "Вых" регулятора расхода и емкостью ввести тройник Б.453.016, соединив последний с комплексом ИЦЦ или преобразователем

Значения \bar{K} определяют с точностью до второй значащей цифры после запятой.

Оценка относительных средних квадратических погрешностей $(S_K)_{сл}$; $(S_K)_{сл}^{оп}$; $(S_K)_j$ и $(S_K)_{оп}$ определения $K_{сл}$; $(K_{сл})_{оп}$; K_j и $K_{оп}$ соответственно рассчитывают по формулам, %:

$$(S_K)_{сл} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 [(K_{сл})_i - \bar{K}_{сл}]^2}{5}} \cdot \frac{100}{\bar{K}_{сл}} \dots (4.15)$$

$$(S_K)_{сл}^{оп} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 [(K_{сл}^{оп})_i - (\bar{K}_{сл})_{оп}]^2}{5}} \cdot \frac{100}{(\bar{K}_{сл})_{оп}} \dots (4.16)$$

$$(S_K)_j = \sqrt{\frac{\sum_1^6 [(K_j)_i - \bar{K}_j]^2}{5}} \cdot \frac{100}{\bar{K}_j} \dots (4.17)$$

$$(S_K)_{оп} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 [(K_{оп})_i - \bar{K}_{оп}]^2}{5}} \cdot \frac{100}{\bar{K}_{оп}} \dots (4.18)$$

Рассчитывают средние значения выходных давлений регуляторов расхода:

$$(\bar{p}_{вых})_{сл} = \frac{1}{6} \sum_1^6 [(p_{вых})_{сл}]_i \dots (4.19)$$

$$(\bar{p}_{вых})_{сл}^{оп} = \frac{1}{6} \sum_1^6 [(p_{вых})_{сл}^{оп}]_i \dots (4.20)$$

$$(\bar{p}_{\text{вых}})_j = \frac{1}{6} \sum_1^6 [(p_{\text{вых}})_j]_i \dots \dots \dots (4.21)$$

$$(\bar{p}_{\text{вых}})_{\text{оп}} = \frac{1}{6} \sum_1^6 [(p_{\text{вых}})_{\text{оп}}]_i \dots \dots \dots (4.22)$$

Значения $\bar{p}_{\text{вых}}$ в паскалях определяют с точностью до первой значащей цифры после запятой.

Оценка относительных средних квадратических погрешностей измерений $(p_{\text{вых}})_{\text{сл}}$; $(p_{\text{вых}})_{\text{сл}}^{\text{оп}}$; $(p_{\text{вых}})_j$; $(p_{\text{вых}})_{\text{оп}}$ соответственно рассчитывают по формулам, %:

$$(S_{p_{\text{вых}}})_{\text{сл}} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 \{ [(p_{\text{вых}})_{\text{сл}}]_i - (\bar{p}_{\text{вых}})_{\text{сл}} \}^2}{5}} \cdot \frac{100}{(\bar{p}_{\text{вых}})_{\text{сл}}} \dots \dots \dots (4.23)$$

$$(S_{p_{\text{вых}}})_{\text{сл}}^{\text{оп}} = \sqrt{\frac{\sum_1^6 \{ [(p_{\text{вых}})_{\text{сл}}]_i^{\text{оп}} - (\bar{p}_{\text{вых}})_{\text{сл}}^{\text{оп}} \}^2}{5}} \cdot \frac{100}{(\bar{p}_{\text{вых}})_{\text{сл}}^{\text{оп}}} \dots \dots \dots (4.24)$$

$$(S_{p_{\text{вых}}})_j = \sqrt{\frac{\sum_1^6 \{ [(p_{\text{вых}})_j]_i - (\bar{p}_{\text{вых}})_j \}^2}{5}} \cdot \frac{100}{(\bar{p}_{\text{вых}})_j} \dots \dots \dots (4.25)$$

$$(S_{\rho_{\text{вых}}})_{\text{оп}} = \sqrt{\frac{\sum_i^6 \left[(\bar{\rho}_{\text{вых}})_{\text{оп}i} - (\bar{\rho}_{\text{вых}})_{\text{оп}} \right]^2}{5}} \cdot \frac{100}{(\bar{\rho}_{\text{вых}})_{\text{оп}}} \dots (4.26)$$

Действительные значения масс m_j и $m_{\text{оп}}$ определяют взвешиванием с погрешностью, не превышающей в процентах $0,1/m$ при $m \leq 100$ г и $0,001$ при $m > 100$ г.

Расчетные значения эффективных площадей поршней определяют по формулам:

$$(F_p)_j = \bar{F}_{\text{сл}} \left\{ 1 - \bar{q}_{\text{сл}} \left[\sqrt{\frac{m_{\text{сл}}}{m_j} \frac{K_j - 1}{K_{\text{сл}} - 1} \frac{(\bar{\rho}_{\text{вых}})_j}{(\bar{\rho}_{\text{вых}})_{\text{сл}}} - 1} \right] \right\} \dots (4.27)$$

$$(F_p)_{\text{оп}} = (\bar{F}_{\text{сл}})_{\text{оп}} \left\{ 1 - (\bar{q}_{\text{сл}})_{\text{оп}} \left[\sqrt{\frac{m_{\text{сл}}}{m_{\text{оп}}} \frac{K_{\text{оп}} - 1}{K_{\text{сл}} - 1} \frac{(\bar{\rho}_{\text{вых}})_{\text{оп}}}{(\bar{\rho}_{\text{вых}})_{\text{сл}}} - 1} \right] \right\} \dots (4.28)$$

где $\bar{q}_{\text{сл}} = 2 \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sqrt{\frac{(\rho_{\text{в}})_{\text{н}}}{m_{\text{сл}} g_{\text{а}}}} \frac{\cos \nu}{D_{\text{с}}} (\bar{Q}_{\text{н}})_{\text{сл}}$

$$(\bar{q}_{\text{сл}})_{\text{оп}} = 2 \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sqrt{\frac{(\rho_{\text{в}})_{\text{н}}}{m_{\text{сл}} g_{\text{а}}}} \frac{\cos \nu}{D_{\text{с}}} (\bar{Q}_{\text{н}})_{\text{сл}}^{\text{оп}}$$

\bar{Q}_H - среднее значение объемного расхода, приведенное к нормальным условиям;

$(\rho_v)_H = 1,21 \text{ кг/м}^3$ - плотность воздуха при нормальных условиях;

g_a - ускорение свободного падения в месте эксплуатации задатчика;

$\gamma = 15^\circ$ - половина угла конусности поршня задатчика;

$D_c = 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ - номинальный диаметр сопла задатчика.

4.5.2. Определение расчетных значений масс поршней, втулок, грузов и проверка соответствия действительных значений расчетным

Расчетные значения масс поршней, соответствующих давлениям 20 ; 30 ; 50 ; 60 ; 80 ; 100 ; 120 ; 160 ; 200 ; 215 ; 230 ; 240 ; 250 ; 260 ; 280 ; 300 ; 320 ; 360 Па (2 ; 3 ; 5 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 ; 16 ; 20 ; 21,5 ; 23 ; 24 ; 25 ; 26 ; 28 ; 30 ; 32 ; 36 кгс/м²) и поршня с втулкой, соответствующей давлению 400 Па (40 кгс/м²), определяют по формулам, г:

- для давления в Па:

$$(m_p)_j = 0,100015 \frac{(F_p)_j \cdot (\rho_H)_j}{g_a} \quad (4.29)$$

$$(m_p)_{оп} = 20,003 \frac{(F_p)_{оп}}{g_a} \quad (4.30)$$

- для давления в кгс/м²:

$$(m_p)_j = \frac{0,80665}{9,9985} \frac{(F_p)_j \cdot (\rho_H)_j}{g_a} \quad (4.31)$$

$$(m_p)_{оп} = \frac{0,80665}{1144425} \frac{(F_p)_{оп}}{g_a} \quad (4.32)$$

4.5.3. Определение границы основной погрешности датчика

Значение границы основной относительной погрешности Δ_j датчика избыточного давления определяют при доверительной вероятности 0,95 для следующих значений давления: 20 ; 200 ; 400 ; 700 ; 1000 ; 2000 ; 5000 ; 16000 Па (2 ; 20 ; 40 ; 70 ; 100 ; 200 ; 500 ; 1600 кгс/м²) по формуле, %:

$$\Delta_j = \frac{2,57 S_j + 1,1 \theta_j}{S_j + 0,58 \theta_j} \cdot (S_\Sigma)_j \quad \dots \quad (4.39)$$

где

$$S_j = \sqrt{S_1^2 + S_{2j}^2}$$

$$\theta_j = \sqrt{2 \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_{3j}^2}$$

$$(S_\Sigma)_j = \sqrt{0,33 \theta_j^2 + S_j^2}$$

$$S_1^2 = S_{сл}^2 + \bar{S}_{сл}^2$$

$$S_{2j}^2 = 0,3 \bar{q}_{сл}^2 \frac{m_{сл}}{m_j} \frac{\bar{K}_j - 1}{\bar{K}_{сл} - 1} \frac{(\bar{p}_{вых})_j}{(\bar{p}_{вых})_{сл}} \left[\left(\frac{\bar{K}_j}{\bar{K}_j - 1} \right)^2 (S_K)_j^2 + \left(\frac{\bar{K}_{сл}}{\bar{K}_{сл} - 1} \right)^2 (S_K)_{сл}^2 + (S_{p_{вых}})_j^2 + (S_{p_{вых}})_{сл}^2 \right]$$

$$(\theta_1)_j = \frac{0,1}{m_j}, \% \quad \text{при } m_j \leq 100 \text{ г}$$

$$(\theta_1)_j = 0,001 \% \quad \text{при } m_j > 100 \text{ г}$$

$\theta_2 = 0,01\%$ - относительная погрешность микроманометра при давлении сличения ;

$$(\theta_3)_j = \begin{cases} 0 & \text{при } (\rho_H)_j \leq 400 \text{ Па (40 кгс/м}^2\text{)} ; \\ & \text{— определяется по формулам (4.35) или (4.38) при} \\ & (\rho_H)_j > 400 \text{ Па (40 кгс/м}^2\text{)} \end{cases}$$

Значение границы основной относительной погрешности $(\Delta_j)_{\Delta p}$ датчика разности давлений определяют при доверительной вероятности 0,95 для следующих значений разности давления 15 ; 200 ; 500 ; 2000 ; 5000 Па (1,5 ; 20 ; 50 ; 200 ; 500 кгс/м²) по формуле, %:

$$(\Delta_j)_{\Delta p} = \frac{1}{m_j - m_{оп}} \sqrt{(m_j \Delta_j)^2 + (m_{оп} \Delta_{оп})^2} \dots (4.40)$$

• При этом воспроизводимая разность давлений Δp соответствует массе $m_j - m_{оп}$

$$\Delta_{оп} = \frac{2,57 S_{оп} + 1,1 \theta_{оп}}{S_{оп} + 0,58 \theta_{оп}} \cdot (S_{\Sigma})_{оп} \dots (4.41)$$

• где $S_{оп} = \sqrt{(S_1)_{оп}^2 + (S_2)_{оп}^2}$

$$\theta_{оп} = \sqrt{2(\theta_1)_{оп}^2 + \theta_2^2}$$

$$(S_{\Sigma})_{оп} = \sqrt{0,33 \theta_{оп}^2 + S_{оп}^2}$$

$$(S_1)_{оп}^2 = (S_{с\lambda})_{оп}^2 + (\bar{S}_{с\lambda})_{оп}^2$$

$$(\delta_2)_{оп}^2 = 0,3 (\bar{q}_{сл})_{оп}^2 \frac{m_{сл}}{m_{оп}} \frac{\bar{K}_{оп}-1}{(\bar{K}_{сл})_{оп}-1} \frac{(\bar{p}_{вых})_{оп}}{(\bar{p}_{вых})_{сл}} \left\{ \left(\frac{\bar{K}_{оп}}{\bar{K}_{оп}-1} \right)^2 (\delta_K)_{оп}^2 + \right. \\
 \left. + \left(\frac{(\bar{K}_{сл})_{оп}}{(\bar{K}_{сл})_{оп}-1} \right)^2 [(\delta_K)_{сл}]^2 + (\delta_{p_{вых}})_{оп}^2 + [(\delta_{p_{вых}})_{сл}]^2 \right\}$$

$$(\theta_1)_{оп} = \frac{0,1}{m_{оп}}, \%$$

Задатчику избыточного давления присваивают класс точности 0,02, если значение границы основной погрешности Δ_j не превышает ^{значения} величин, приведенных в табл.1.

Таблица 1

Диапазон давления, Па (кгс/м ²)	Предел допускаемой основной погрешности	
	Па (кгс/м ²)	Проценты номинального значения давления
20÷160 (2÷16)	0,1 (0,01)	-
свыше 160÷1000 (16÷100)	-	0,05
свыше 1000÷3000 (100÷300)	-	0,03
свыше 3000÷16000 (300÷1600)	-	0,02

Задатчику разности давлений присваивают класс точности 0,02, если значение границы основной погрешности $(\Delta_j)_{\Delta p}$ не превышает ^{значения} величин, приведенных в табл.2.

Изм.	Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата	Лист
					20

Таблица 2

Диапазон разности давлений, Па (кгс/м ²)	Предел допускаемой основной погрешности	
	Па (кгс/м ²)	Проценты номинального значения разности давлений
15÷160 (1,5÷16)	0,14 (0,014)	-
Свыше 160÷400 (16÷40)	-	0,07
Свыше 400÷1000 (40÷100)	-	0,06
Свыше 1000÷3000 (100÷300)	-	0,04
Свыше 3000÷5000 (300÷500)	-	0,02

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносятся в протоколы и таблицы, рекомендуемая форма которых приведена в приложении 1.

На задатчики, удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, выдается свидетельство, рекомендуемая форма которого приведена в приложении 2.

Если задатчик не удовлетворяет требованиям настоящих методических указаний, на него выдается извещение о непригодности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат.	Лист
					31

Приложение I
Рекомендуемое
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ №

Поверяемый прибор: датчик избыточного давления (разности давлений) "Воздух-1600" № _____, изготовленный _____ в 19__ г. и принадлежащий _____

Значение ускорения свободного падения для местности, где будет эксплуатироваться прибор: $g_a =$ _____ м/с²

Место проведения поверки: _____

Образцовый микроанометр _____ № _____

Образцовые весы _____ № _____

Образцовые гири _____ № _____

Время установления выходного давления _____ с.

$m_{сл} =$ _____ г

Поверку выполнил _____ / _____ /

Дата _____

ЦЗМ	Лист	№ докум.	Повт.	Дата

Экспериментальные данные к определению эффективной площади поршня в сопле задатчика давления "Воздух-1000" № при сличении с ИЖ-4 (сопло: основное спорное)

Таблица I

Дата	i	P _{изм} , кПа	(Pδ) _i , мм рт. ст.	h _i , мм	t _i , °C	(t _{el}) _i , °C	(Qp) _i при P _{изм} = кПа		(Q _p) _{сл} , л / мин	(Q _H) _{сл} = $\frac{10^{-4} - \sqrt{\frac{P_{изм}}{P_H}}}{6}$ м ³ /с	q̄ _{сл} * = 65,765(Q _H) _{сл} X $\sqrt{\frac{1}{m_{сл} \cdot g_a}}$
							дел	$\frac{1}{мин}$			
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										

m_{сл} = Г

* [(Q_H)_{сл}] - м³/с ; [m_{сл}] - кг ; [g_a] - м/с²

экспериментальные данные регулятора расхода № после наработки в задатчике
 давления "Воздух-1600" № (блоке опорного давления)

ротаметр

Таблица 3

P_n P_a (кгс/м ²)	Дата:		Дата:		Дата:		Дата:		Дата:	
	$P_{вх}$	$P_{плт}$	$P_{вх}$	$P_{плт}$	$P_{вх}$	$P_{плт}$	$P_{вх}$	$P_{плт}$	$P_{вх}$	$P_{плт}$
20 (2)										
30 (3)										
50 (5)										
60 (6)										
80 (8)										
100 (10)										
120 (12)										
160 (16)										
200 (20)										
215 (21,5)										
230 (23)										
240 (24)										
250 (25)										
260 (26)										
280 (28)										
300 (30)										
320 (32)										
360 (36)										
400 (40)										
700 (70)										
1000 (100)										
2000 (200)										
3000 (300)										
5000 (500)										
16000 (1600)										

Изм. Лист № док. Подп. Дат.

Лист
25

Расчетные данные к определению абсолютной площади поргней в задатчике
 давления "Воздух-1000" К
 (сопло основное, опорное)

Регулятор № Таблица 4

Рн, Па (кгс/м ²)	К _д						K _д	(P _{вн}) _д , Па (кгс/м ²)	(P _{вн}) _д · (S _{р_{вн}}) _д Па (кгс/м ²)	(S _{р_{вн}}) _д %
	1	2	3	4	5	6				
20 (2)										
30 (3)										
50 (5)										
60 (6)										
80 (8)										
100 (10)										
120 (12)										
160 (16)										
200 (20)										
215 (21,5)										
230 (23)										
240 (24)										
250 (25)										
260 (26)										
280 (28)										
300 (30)										
320 (32)										
360 (36)										
400 (40)										
700 (70)										
1000 (100)										
2000 (200)										
3000 (300)										
5000 (500)										
16000 (1600)										

"Воздух-1600" К

Расчет эффективных площадей поршней в задаточке давления

(сопло: основное; огорное)

$$F_{pj} = F_{сж} \left\{ 1 - \bar{q}_{сж} \left[\sqrt{\frac{m_{сж}}{m_j} \frac{\bar{K}_j - 1}{\bar{K}_{сж} - 1} \frac{(\bar{P}_{вых})_j}{(\bar{P}_{вых})_{сж}} - 1} \right] \right\} \Delta$$

Таблица 5

P_H Па (кгс/м ²)	Данные счисления (табл. 1, 2, 4)	m_j г	$(\bar{P}_{вых})_j$ Па (кгс/м ²) (табл. 4)	\bar{K}_j (табл. 4)	$\bar{K}_j - 1$	$\Delta =$ $\left[\frac{\bar{K}_j - 1}{m_j} (\bar{P}_{вых})_j - 1 \right]$	$1 - \Delta$	$(F_{pj})_j = \bar{F}_{сж} (1 - \Delta)$ см ²
20 (2)								
30 (3)	$\bar{q}_{сж} =$							
50 (5)	$m_{сж} =$							
60 (6)	$\bar{K}_{сж} =$							
80 (8)	$\bar{K}_{сж} - 1 =$							
100 (10)								
120 (12)	$(\bar{P}_{вых})_{сж} =$							
160 (16)	Па (кгс/м ²)							
200 (20)	$\bar{F}_{сж} =$							
215 (21,5)								
230 (23)								
240 (24)								

Продолжение таблицы 5

$P_H,$ $Па (кгс/м^2)$	Данные сличения (табл. 1, 2, 4)	$m_{\bar{g}},$ г	$(\bar{P}_{\text{вых}})_{\bar{g}},$ $Па (кгс/м^2)$ (табл. 4)	$\bar{K}_{\bar{g}}$ (табл. 4)	$\bar{K}_{\bar{g}} - 1$	$\Delta =$ $\left(\sqrt{\frac{\bar{K}_{\bar{g}} - 1}{m_{\bar{g}}}} \cdot (\bar{P}_{\text{вых}})_{\bar{g}} - 1 \right)$	$i - \Delta$	$(F)_{\bar{g}} = \bar{F}_{\bar{g}} (i - \Delta),$ $см^2$
250 (25)	$\bar{q}_{\text{св}} =$							
260 (26)	$m_{\bar{g}} =$	г						
280 (28)	$\bar{K}_{\text{св}} =$							
300 (30)	$\bar{K}_{\text{св}} - 1 =$							
320 (32)	$(\bar{P}_{\text{вых}})_{\text{св}} =$							
360 (36)	$Па (кгс/м^2)$							
400 (40)	$\bar{E}_{\bar{g}} =$							
700 (70)								
1000 (100)								
2000 (200)								
5000 (500)								
16000 (1600)								

Расчетные и действительные значения масс порней задатчика деления
"Воздух-1600" Б

Таблица 6

Маркировка	Номинальное значение давления, Па (Рн):	(Fp) _i , см ² (табл. 5)	Масса поршня, Г		$\xi_i = \frac{m_2 - m_p}{m_p} \cdot 100, \%$	Примеч.
			(m _p) _i = g _{max}	(Fp) _i · (Pн) _i / g ₀		
1	20					
2	30					
3	0					
4	60					
80	80					
100	100					
120	120					
160	160					
200	200					
215	215					
230	230					
240	240					
250	250					
260	260					
280	280					
300	300					
320	320					
360	360					
200М + Втулка М	400					
200Б + Втулка Б	1000					
200 0В	200					

СМ. п. 4.5.2.

Изм. Личн. Подрук. Подп. Дел.

Расчетные и действительные значения масс грузов задатчика давления "Воздух-1600"

Таблица 7

Маркировка	Номинальное значение давления P_n , Па	$(F_p)_{max} = F_p$ при $p = 1,6 \cdot 10^4$ Па, cm^2	Масса груза, г		$\theta' = \frac{m_0 - m_p}{m_p} \cdot 100, \%$
			$(F_p)_{max} \cdot \rho_{га}$	m_0	
5	5				
10	10				
20	20				
20	20				
50	50				
100 Па	100				
200 Па	200				
200 Па	200				
500 Па	500				
1 кПа	1000				
2 кПа	2000				
2 кПа	2000				
5 кПа	5000				
5 кПа	5000				
5 кПа	5000				

Расчеты и действительные значения масс поршней закатки давления
"Розух-КСС" К

Таблица 8

Маркировка	Номинальное значение давления, $(P_n)_j$, кгс/см ²	$(F_p)_j$, см ² (табл. 5)	Масса поршня, г		$\theta_j = \frac{m_p - m_r}{m_r} \cdot 100$, %	Примеч.
			$m_p = \frac{4,80665}{9,9985} \cdot (F_p)_j \cdot (P_n)_j$, г	m_r		
1	2					
2	3					
3	5					
4	6					
8	8					
10	10					
12	12					
16	16					
20	20					
21,5	21,5					
23	23					
24	24					
25	25					
26	26					
28	28					
30	30					
32	32					
36	36					
20М + втулка М	40					
20С + втулка Б	100					СМЛ. 4.5.2.
20 ОП	20					

Расчетные и действительные значения масс грузов задаточное давление
"Воздух-1600" №

Таблица 9

Маркировка	Номинальное значение давления P_n , кгс/м ²	$(F_p)_{max}$, см ² (табл. 5)	Масса груза, г		$\theta_1 = \frac{m_a - m_p}{m_p} \cdot 100$, %
			$m_p = \frac{9,80665 \cdot (F_p)_{max} \cdot P_n}{g_a}$	m_a	
0,5	0,5				
1	1				
2	2				
5	5				
10 кгс/м ²	10				
20 кгс/м ²	20				
50 кгс/м ²	50				
100 кгс/м ²	100				
200 кгс/м ²	200				
500 кгс/м ²	500				

Определение границ осевой погрешности заготовки давлением "Воздух-ІССО"
 Таблица ІО
 (согласно основному, опорное)

Номинал. давление P_n , Па	Данные сличения (табл. 1, 2, 4)	m_j , г (табл. 5)	$(P_{вх})_j$, Па	$(P_{вх})_j$, % (табл. 4)	K_j	$(S_k)_j$, %	$(S_2)_j$, %	$(\theta_1)_j$, %	$(\theta_2)_j$, %	$(S_{\Sigma})_j$, %	Δ_j , %
20	$\bar{q}_{сл} =$										
200	$m_{сл} =$										
400	$\bar{K}_{сл} =$										
700	$(S_k)_{сл} =$										
1000	$(P_{вх})_{сл} =$										
2000	$(S_{P_{вх}})_{сл} =$										
5000	$\Delta_1 =$										
16000	$\theta_2 = 0,01\%$										

Приложение 2
Рекомендуемое
Форма свидетельства о поверке

наименование организации, проводящей поверку

СВИДЕТЕЛЬСТВО №
о государственной поверке

Срок действия до _____ 19 ____ г.

Задатчик избыточного давления (разности давлений), № _____
наименование прибора

Тип Воздух-1600

Пределы измерений _____

Па (кгс/м²)

Принадлежит _____

Изготовлен _____

На основании результатов государственной поверки задатчик допускается к применению по классу точности 0,02 при ускорении свободного падения $g_n =$ _____ м/с².

Расход воздуха питания задатчика избыточного давления, приведенный к нормальным условиям, при выходном давлении 3 кПа (300 кгс/м²) равен _____ м³/с.

Расход воздуха питания блока опорного давления, приведенный к нормальным условиям, при выходном давлении 3 кПа (300 кгс/м²) равен _____ м³/с.

Поверитель _____ /

" " _____ 19 ____ г.

Изм.	Листы	Подкум.	Подп.	Дата

