

УТВЕРЖДАЮ

АО «НИИФИ»
Руководитель ЦИ СИ



М.Е.Горшенин

2015 г.

Датчик разности давлений

ДРИ 093

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

СДАИ.406239.073 МП

н.р. 63050-16

Содержание

Вводная часть	3
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	3
3 Требования по безопасности	3
4 Условия поверки	4
5 Подготовка к поверке	4
6 Проведение поверки	4
7 Оформление результатов поверки	9
Приложение А Формы таблиц для регистрации результатов поверки	10

Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на датчик разности давлений ДРИ 093, предназначенные для измерения разности знакопеременных давлений воздуха.

Датчик состоит из трансформаторного преобразователя и блока усиления (БУ), выполненных в моноблочном исполнении.

Межповерочный интервал – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Контроль внешнего вида, маркировки, габаритных и установочных размеров	6.1	да	да
2 Контроль выходных сигналов	6.2	да	да
3 Определение приведенной основной погрешности	6.3	да	да
4 Определение допускаемой дополнительной погрешности от воздействия температуры окружающей и измеряемой сред	6.4		

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Основные метрологические характеристики
1 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05	Диапазон измерений от 0 до 250 мм, погрешность $\pm 0,05$ мм
2 Вольтметр В7-16А	Диапазон (0,1 – 1000) В, погрешность КТ $\pm(0,05/0,05-0,1/0,1)\%$
3 Источник питания постоянного тока Б5-45	Диапазон задаваемых напряжений от 0,1 до 49,9 В, погрешность $\pm(0,05\% U_{\text{уст}}+0,1\% U_{\text{max}})$
4 Манометр абсолютного давления МПА 15	Диапазон задаваемых давлений от 0 до 400 кПа, класс точности 0,01
5 Комбинированный прибор Ц-4353	Диапазон (0 – 5000 кОм), погрешность $\pm 1,5\%$
6 Камера тепла и холода МС-71	Диапазон температур от минус 80 до 100 °С, стабильность поддержания температуры $\pm 0,5$ °С

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки с равным или более высоким классом точности.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

4 Условия поверки

4.1 Все операции при проведении поверки, если нет особых указаний, должны проводиться в нормальных климатических условиях:

- температура воздуха от 15 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от $8,6 \cdot 10^4$ до $10,6 \cdot 10^4$ Па (от 645 до 795 мм рт.ст.).

Примечание – При температуре воздуха выше 30 °С относительная влажность не должна превышать 70%.

Поверку, если нет особых указаний, проводить при напряжении питания постоянного тока ($27 \pm 0,5$) В.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки испытательные установки, стенды, аппаратура и электроизмерительные приборы должны иметь формуляры (паспорта) и соответствовать стандартам или техническим условиям на них.

5.2 Не допускается применять средства поверки, срок обязательных поверок которых истек.

5.3 К работе с датчиками допускаются лица, знающие их устройство и ознакомившиеся с правилами техники безопасности, действующими на предприятии – изготовителе при работе с электроприборами и на установках высокого давления.

5.4 Предварительный прогрев контрольно-измерительных приборов должен соответствовать требованиям технических описаний и инструкций по эксплуатации на них.

5.5 Контрольно-измерительные приборы должны быть надежно заземлены с целью исключения влияния электрических полей на результаты измерений.

5.6 Все операции по поверке, если нет особых указаний, проводить не ранее, чем через 5 мин после подачи напряжения питания.

5.7 В процессе поверки датчика менять средства измерений не рекомендуется.

5.8 Подачу давления на датчик осуществлять воздухом или газообразным азотом, очищенными от масла и механических примесей.

5.9 Измерение выходных сигналов в вольтах проводить до трех знаков после запятой.

5.10 Запрещается присоединять датчик к подводящим магистралям или отсоединять датчик от подводящих магистралей при наличии в последних давления.

5.11 Порядок проведения испытаний должен соответствовать порядку изложения видов испытаний в таблице 1.

6 Проведение поверки

6.1 Проверка внешнего вида, маркировки, габаритных и установочных размеров

6.1.1 Контроль внешнего вида и маркировки датчиков проводить визуальным осмотром с использованием чертежа СДАИ.406239.073СБ. При проверке внешнего вида руководствоваться следующими требованиями.

Внешний вид датчиков должен соответствовать требованиям чертежей.

Не допускается:

- наличие на поверхности датчика вмятин, царапин глубиной более 0,2 мм, забоин отслоений покрытий.

Допускаются:

- цвета побелости до темно-синего включительно;
- потемнения некоррозионного характера;
- волнистые, чешуйчатого характера сварные швы с высотой неровностей до 0,5 мм;
- окисления от сварки согласно ОСТ 92-1114-80 на сварных швах,

6.1.2 При проверке маркировки руководствоваться следующими требованиями.

На корпусе каждого датчика должно быть отчетливо выгравировано:

- индекс датчика;

- предел измерений;
- заводской номер;
- знак защиты от статического электричества (СЭ).

6.1.3 Контроль габаритных и установочных размеров проводить измерительными средствами, обеспечивающими требуемую чертежами точность.

Контролировать следующие габаритные размеры:

- диаметр корпуса датчика - $\varnothing 52 \pm 0,3$;
- максимальная длина датчика - 165max;
- межцентровое расстояние между установочными отверстиями - $89 \pm 0,6$;

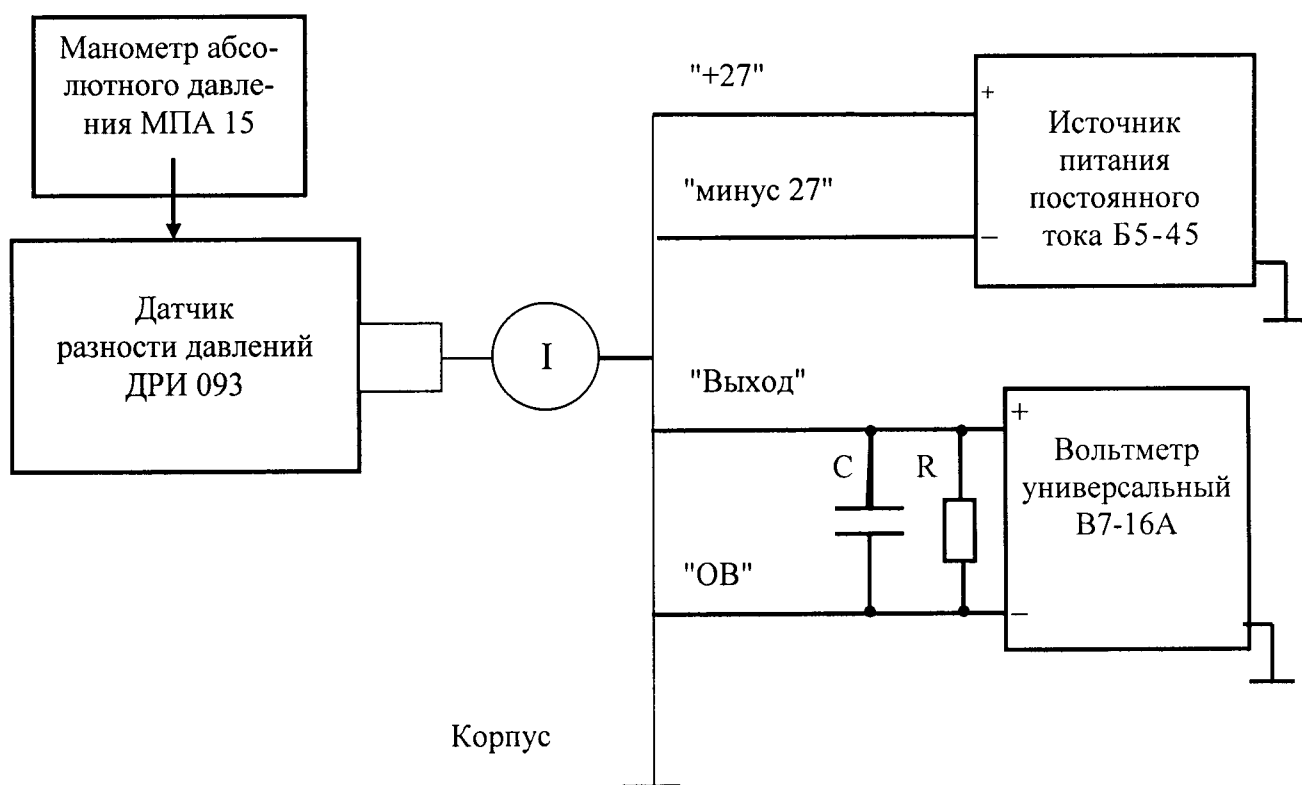
Контролировать следующие установочные размеры:

- установочные отверстия - 4 отв. М6-7Н;
- внутренние диаметры штуцера $\varnothing 9^{+0,03}$, $\varnothing 6^{+0,025}$;
- глубина до уплотнительной поверхности штуцера - $4^{+0,16}$;
- присоединительная резьба штуцера - М12×1,25-6g.

Габаритные и установочные размеры датчика должны соответствовать СДАИ.406239.073ГЧ.

6.2 Контроль выходных сигналов

6.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.



C – конденсатор К10-17-1а-М750-200 пФ±10%-В

R – резистор С2-36-100 кОм±0,5%-А-Н-В

I – кабель МКНИ.685611.009

Рисунок 1 – Схема испытаний

6.2.2 Подать на ДРИ 093 напряжение питания ($27 \pm 0,5$) В.

6.2.3 Измерить выходной сигнал $U_{ср}$ – при $P_{ср} = 0$.

$P_{ср} = 0$ соответствует нормальному атмосферному давлению (НАД).

Значение выходного сигнала должно быть ($3,3 \pm 0,6$) В.

6.2.4 Подать в полость « – » избыточное давление $P_{н} = 6,4$ кПа.

Измерить выходной сигнал $U_{н}$.

Подать в полость « + » избыточное давление $P_v = 6,4$ кПа.

Измерить выходной сигнал U_v .

Значения выходных сигналов должны быть:

$$U_n = (0,7 \pm 0,6) \text{ В};$$

$$U_v = (5,3 \pm 0,6) \text{ В}.$$

6.2.5 Определить разность выходных сигналов ΔU по формуле

$$\Delta U = U_v - U_n, \quad (1)$$

где U_v, U_n – выходные сигналы при нижнем P_n и верхнем P_v значении диапазона измерений соответственно, В

Значения выходных сигналов U_n, U_v, U_{cp} и разность выходных сигналов ΔU занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.1

6.2.10 Результаты испытаний считать положительными, если выходные сигналы находятся в пределах:

$$U_n = (0,7 \pm 0,6) \text{ В};$$

$$U_{cp} = (3 \pm 0,6) \text{ В};$$

$$U_v = (5,3 \pm 0,6) \text{ В};$$

$$\Delta U \geq 4 \text{ В}.$$

6.3 Определение приведенной основной погрешности

6.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

6.3.2 Подать на ДРИ 093 напряжение питания $(27 \pm 0,5)$ В.

6.3.3 Провести 2 цикла градуирования датчика по следующей методике:

– последовательно подавая на ДРИ 093 давление от P_n до $P_{cp}=0$ кПа в полость « – », от P_{cp} до P_v в полость « + » измерить прибором В7-16 величины выходных сигналов U_{ji}^M (прямой ход градуирования). Число фиксированных точек не менее 8 в соответствии с таблицей А.2.

– последовательно подавая на ДРИ 093 давление от P_v до P_{cp} в полость « + », от P_{cp} до P_n в полость « – » измерить прибором В7-16А величины выходных сигналов U_{ji}^B (обратный ход градуирования).

Выходные сигналы должны находиться в пределах:

$$U_n = (0,7 \pm 0,6) \text{ В};$$

$$U_{cp} = (3 \pm 0,6) \text{ В};$$

$$U_v = (5,3 \pm 0,6) \text{ В};$$

6.3.4 Выключить напряжение питания датчика. Разобрать схему.

Результаты измерений записать в таблицу, выполненную по форме таблицы А.2

6.3.5 Используя результаты градуирования провести обработку результатов измерений для определения коэффициентов функции преобразования a_0, a_1, a_2 и приведенной основной погрешности γ_0 .

Исходные данные для расчета:

– степень полинома;

– нормирующее значение – N

– функция преобразования $U(P) = a_0 + a_1 P + a_2 P^2$;

– коэффициент, учитывающий доверительную вероятность $-K = 1,96$.

6.3.6 Для каждой точки градуирования j вычислить среднее значение выходного сигнала со стороны меньших значений давления \bar{U}_j^M и со стороны больших значений давления \bar{U}_j^B по формулам

$$\bar{U}_j^M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 U_{ji}^M \quad (2)$$

$$\bar{U}_j^B = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 U_{ji}^B \quad (3)$$

где $i = 1, 2$ – номер цикла градуирования;

U_{ji}^M – значение выходного сигнала в каждой точке градуирования при прямом ходе, В;

U_{ji}^B – значение выходного сигнала в каждой точке градуирования при обратном ходе, В.

6.3.7 Определить действительное значение выходного сигнала, соответствующее средней градуировочной характеристике, для каждой точки градуирования j по формуле

$$U_j = \frac{1}{2} (U_j^M + U_j^B) \quad (4)$$

6.3.8 Вычислить нормирующее значение выходного сигнала N по формуле

$$N = U_B - U_H, \quad (5)$$

где U_B – значение выходного сигнала при верхнем значении диапазона измерений P_B , В;

U_H – значение выходного сигнала при нижнем значении диапазона измерений P_H , В.

6.3.9 Рассчитать коэффициенты индивидуальной функции преобразования системы, заданной по формуле

$$U(P) = a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot P^2 \quad (6)$$

где a_0 – коэффициент статической характеристики преобразования, В;

a_1 – коэффициент статической характеристики преобразования, В/мм рт.ст.;

a_2 – коэффициент статической характеристики преобразования, В/мм рт.ст.²;

P – измеряемая величина разности давлений, мм рт.ст..

6.3.10 Определить приведенное значение основной погрешности по результатам градуирования по п. 6.3.3 по формуле

$$\gamma_0 = \pm 1,96 \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \cdot \sum_{i=1}^{2n} \left(U_{ji}^{(M,B)} - \sum_{k=0}^L a_k P_j^k \right)^2}{N^2 (2n \cdot m - L - 1)}} + \sum_{\rho=1}^r D_{обр.\rho} \cdot 100, \quad (7)$$

где $D_{обр.\rho} = \frac{\Delta_{обр.\rho}^2}{3N^2}$ – приведенное значение дисперсии выходного сигнала, обуслов-

ленной ρ -м средством градуирования, для которого нормировано предельное значение погрешности $\Delta_{обр.\rho}$;

$U_{ji}^{(M,B)}$ – значения кода выходного сигнала в каждой j -ой точке для каждого i -го

цикла градуирования, В;

$a_k = a_0, a_1, a_2$ – коэффициенты функции преобразования, определяемые по данным двух циклов градуирования;

$L=2$ – степень полинома, в виде которого представлена функция преобразования;

P_j – значение давления в каждой j -ой точке градуирования, мм рт.ст.,

$m = 9$ – количество градуировочных точек;

$n = 2$ – количество циклов градуирования;

N – нормирующее значение выходного сигнала, вычисленное по формуле (5), В.

Результаты расчета основной приведенной погрешности занести в таблицу А.2.

6.3.11 Основная приведенная погрешность должна находиться в пределах $\pm 1,5\%$.

6.4 Определение допустимой дополнительной погрешности от воздействия температуры окружающей и измеряемой сред

6.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

6.4.2 Установить ДРИ 093 в камеру тепла и холода и включить напряжение питания (22±0,5) В.

6.4.3 Установить температуру в камере минус (60 ± 3) °С и выдержать в течение 2 ч при включенном напряжении питания.

Измерить выходные сигналы U_n , U_v по методике п.6.2.4 четыре раза.

Измерить прибором Ц 4353 ток потребления.

6.4.4 Установить температуру в камере с ДРИ 093 (0 ± 3) °С и выдержать при включенном напряжении питания $(22 \pm 0,5)$ В 2 ч.

Измерить выходные сигналы U_n , U_v по методике п.6.2.4 четыре раза.

6.4.5 Установить температуру в камере с ДРИ 093 (25 ± 3) °С и выдержать при включенном напряжении питания $(27 \pm 0,5)$ В 2 ч.

Измерить выходные сигналы U_n , U_v по методике п.6.2.4 четыре раза.

6.4.6 Установить температуру в камере с ДРИ 093 (60 ± 3) °С и выдержать в течение 2 ч при включенном напряжении питания $(30 \pm 0,5)$ В.

Измерить выходные сигналы U_n , U_v по методике п.6.2.4 четыре раза.

Измерить прибором Ц-4353 ток потребления.

6.4.7 Результаты измерений по пп. 6.4.3, 6.4.4, 6.4.5, 6.4.6 занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.3.

6.4.8 Используя результаты измерений провести обработку результатов измерений для определения допускаемой дополнительной погрешности от воздействия температуры с учетом коэффициентов функции влияния γ_t'

Исходные данные для расчета:

- влияющая величина – температура;

- функция влияния

$$\psi(t, P) = \theta_0 + \theta_1 \cdot \Delta t + \theta_2 \cdot \Delta t^2 + \theta_3 \cdot \Delta t \cdot P \quad (8)$$

где $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ – коэффициенты функции влияния (в матричной форме);

Δt – значение влияющей величины (отклонение от нормального значения), °С;

P – информативный параметр входного сигнала (входной сигнал), кгс/см².

– выходной параметр – десятичный код;

– нормирующее значение – N (определяется по формуле (1));

– интервал изменения влияющей величины от минус 60 до +60 °С;

– закон изменения влияющей величины – равномерный;

– коэффициент, учитывающий доверительную вероятность $-K = 1,96$.

6.4.9 Коэффициенты функции влияния определяют по формуле

$$\theta = (E^T E)^{-1} E^T \Delta c \quad (9)$$

где E – матрица входных величин (таблица А.3);

E^T – транспонированная матрица;

Δc – систематическая составляющая погрешность (в матричной форме);

6.4.10 Вычислить расчетные значения погрешности ΔU_u для t и P из таблицы А.3 по формуле

$$\Delta U_u = \theta_0 + \theta_1 \cdot \Delta t + \theta_2 \cdot \Delta t^2 + \theta_3 \cdot \Delta t \cdot P \quad (10)$$

6.4.11 Предельное значение допускаемой дополнительной погрешности от воздействия температуры окружающей и измеряемой сред с учетом коэффициентов функции влияния определяют по формуле:

$$\gamma_t' = \Psi_i^{\max} \left| \frac{U_{ui} - U_{ин.у.} - \Delta U_u}{N} \right| \cdot 100 \quad (11)$$

где U_{ui} и $U_{ин.у.}$ – значения выходных сигналов при воздействии температуры и в нормальных условиях;

\max – максимальное значение.

6.4.12 Результаты расчета допускаемой дополнительной погрешности от воздействия температуры окружающей и измеряемой сред занести в таблицу А.3.

6.4.13 Результаты испытаний считать положительными, если допускаемая дополнительная погрешность от воздействия температуры окружающей и измеряемой сред находится в пределах $\pm 2\%$.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформить в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Приложение А

Формы таблиц для регистрации результатов поверки

Таблица А.1 – Результаты контроля выходных сигналов

Контролируемый параметр	Норма по ТУ	Фактическое значение		
		Заводской номер		
1 Выходной сигнал при нижнем значении диапазона измерений P_n , В	$0,7 \pm 0,6$			
2 Выходной сигнал при среднем значении диапазона измерений P_{cp} , В	$3 \pm 0,6$			
3 Выходной сигнал при верхнем значении диапазона измерений P_v , В	$5,3 \pm 0,6$			
4 Разность выходных сигналов ΔU , В	≥ 4			

Таблица А.2 – Градуировочная характеристика датчика разности давлений ДРИ 093

Точки градуирования, j	Полости ДРИ 093	Входной сигнал, кПа (мм рт.ст.)	Выходной сигнал, В			
			1 цикл		2 цикл	
			U_{j1}^M	U_{j1}^B	U_{j2}^M	U_{j2}^B
1	«-»	6,4 (48) P_n				
2		4,8 (36)				
3		3,2 (24)				
4		1,6 (12)				
5		0 – НАД P_{cp}				
6	«+»	1,6 (12)				
7		3,2 (24)				
8		4,8 (36)				
9		6,4 (48) P_v				
Основная приведенная погрешность, % (Норма по ТУ $\pm 1,5\%$)						

Таблица А.3 – Результаты испытаний при воздействии температуры

Номер опыта	Влияющая величина, °C		Входной сигнал, P, кПа (мм рт.ст.)	Выходной сигнал, В			
	t	Δt		U_{u1}	U_{u2}	U_{u3}	U_{u4}
1	минус 60	минус 85	P_n полость «-» 6,4 (48)				
2			P_v полость «+» 6,4 (48)				
3	0	минус 25	P_n полость «-» 6,4 (48)				
4			P_v полость «+» 6,4 (48)				
5	+25	0	P_n полость «-» 6,4 (48)				
6			P_v полость «+» 6,4 (48)				
7	+60	+35	P_n полость «-» 6,4 (48)				
8			P_v полость «+» 6,4 (48)				
Ток потребления, мА, при температуре: минус 60 °C +60 °C							
Допускаемая дополнительная погрешность от воздействия температуры, % (Норма по ТУ $\pm 2\%$)							