

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 $\pm(0,05\% U_{уст}+0,1\% U_{max})$
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 газообразными 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 подводющим 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 -  $89 \pm 0,6$ ;

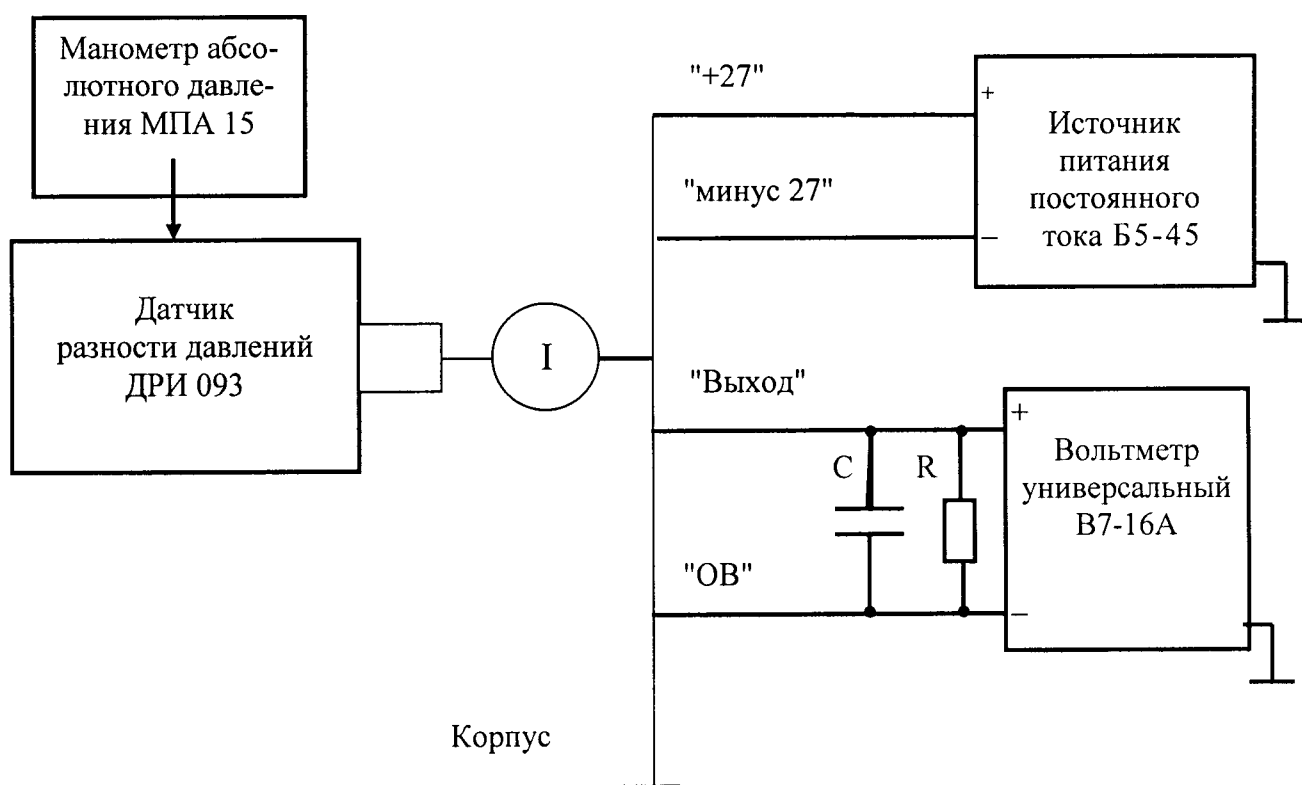
Контролировать следующие установочные размеры:

- 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.



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

Р – резистор С2-36-100 кОм±0,5%-А-Н-В

І – 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  $\Delta U$  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  $\Delta U$  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  $\gamma_0$ .

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.<sup>2</sup>;

$P$  – 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  $\rho$ -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  $(60 \pm 3)$  °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  $(0 \pm 3)$  °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  $(25 \pm 3)$  °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  $(60 \pm 3)$  °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  $\gamma_t'$

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);

$\Delta t$  – значение влияющей величины (отклонение от нормального значения), °С;

$P$  – информативный параметр входного сигнала (входной сигнал), кгс/см<sup>2</sup>.

– 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;

$\Delta c$  – систематическая составляющая погрешность (в матричной форме);

6.4.10 Вычислить расчетные значения погрешности  $\Delta U_i$  для  $t$  и  $P$  из таблицы А.3 по формуле

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

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

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

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 $\Delta U$ , В	$\geq 4$			

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	$\Delta t$		$U_{u1}$	$U_{u2}$	$U_{u3}$	$U_{u4}$
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 $\pm 2\%$ )							