

Государственный комитет Украины по вопросам технического регулирования и
потребительской политики

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕУКРАИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ, СЕРТИФИКАЦИИ И ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»
(ГП «Укрметртестстандарт»)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

МЕТРОЛОГИЯ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВЫХОДНЫМИ СИГНАЛАМИ

Методика поверки

МПУ 005/04-99

Киев

2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА Государственным предприятием «Всеукраинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии, сертификации и защиты прав потребителей» (ГП «Укрметртестстандарт»)

2 УТВЕРЖДЕНА И ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ приказом УкрЦСМ от 23.05.2003 г. № 201

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

4 РАЗРАБОТЧИКИ: В.И.Карташев, В.И.Стецюра, В.Л.Дячук

© ГП «Укрметртестстандарт», 2003

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена без разрешения ГП «Укрметртестстандарт»

РЕКОМЕНДАЦИЯ

МПУ 005/04-99

Метрология
**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВЫХОДНЫМИ СИГНАЛАМИ**
Методика поверки

Метрологія
**ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТИСКУ ВИМІРЮВАЛЬНІ
З ЕЛЕКТРИЧНИМИ ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ**
Методика повірки

Дата введения 2003-06-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на измерительные преобразователи (далее — преобразователи) избыточного, абсолютного и дифференциального давления и разрежения с пределами допускаемой основной приведенной погрешности от $\pm 0,05\%$ и более, предназначенные для преобразования измеряемого давления среды в электрический выходной сигнал:

- унифицированный аналоговый постоянного тока с предельными значениями от 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 1 В;
- аналоговый постоянного тока с предельными значениями от 0,6 до 3,4 В;
- кодовый постоянного тока по протоколу HART или MODBUS;
- унифицированный аналоговый переменного тока с предельными значениями комплексной взаимной индуктивности от 0 до 10 мГн, от минус 10 до 10 мГн.

Рекомендация распространяется также на преобразователи, содержащие в своем составе термопреобразователь сопротивления ТПС и предназначенные для преобразования

измеряемой температуры среды в электрический кодовый выходной сигнал постоянного тока по протоколу HART или MODBUS.

Настоящая рекомендация устанавливает методику первичной и периодической поверки преобразователей.

Методы и средства поверки, указанные в настоящей рекомендации, могут быть применены при проведении метрологической аттестации преобразователей.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы: ГОСТ 8.461-82 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления. Методы и средства поверки; МИ 187-86 ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки; МИ 188-86 ГСИ. Установление значений параметров методик поверки.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки преобразователей применяют следующие эталоны:

— поршневые манометры избыточного давления из комплекта вторичного эталона единицы давления (ВЕТУ), с верхними пределами воспроизведений от 0,025 до 60 МПа, с пределами допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,005\%$ в основных поддиапазонах;

— поршневой дифференциальный манометр МПД-100 из комплекта ВЕТУ, с пределами допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,0075\%$ в диапазоне воспроизведений дифференциального давления от 1 до 250 кПа, при воспроизведениях рабочего избыточного давления в диапазоне от 0,1 до 10 МПа;

— жидкостный микроманометр МКМ-4 из комплекта ВЕТУ, с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (0,1 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot P)$ Па в диапазоне воспроизведений от 0,1 до 4 кПа, с пределами допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,01\%$ в поддиапазоне от 1,5 до 4 кПа;

— поршневые манометры и калибраторы избыточного давления 1 и 2 разрядов, с верхними пределами воспроизведений от 0,25 до 250 МПа, классов точности 0,01, 0,02 и 0,05;

— поршневые мановакуумметры МВП-2,5 1 и 2 разрядов, с диапазоном воспроизведений от минус 100 до 250 кПа, классов точности 0,02 и 0,05;

3 Контроль основной погрешности при преобразованиях абсолютного/избыточного давления

Верхний предел абсолютного/избыточного давления $P_B = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа.

P_o	Показания P		P_{cp}	Абсолютная погрешность Δ
	1 серия	2 серия		

Наибольшее значение основной погрешности $\gamma_{max} = \underline{\hspace{2cm}}\%$

не превышает $\pm 0,075\%$
 $\pm [0,025 + 0,005 \Delta P_{max} / \Delta P_B]\%$

4 Контроль основной погрешности при преобразованиях температуры для градуировки 100П/Pt100

$R_o, \text{ Ом}$	t_o	t	Δt

Основная погрешность не превышает $\pm \underline{\hspace{1cm}}^\circ\text{C}$

Заключение по результатам поверки _____

_____ 200__ г. Поверитель _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

измерительного преобразователя 3095 _____, № _____,
с максимальными верхними пределами преобразований:
абсолютного/избыточного давления _____ МПа; дифференциального давления _____ кПа,
с электрическим кодовым выходным сигналом по протоколу HART / MODBUS,
принадлежащего _____.
Эталоны: _____

Поверка проведена при: — температуре окружающего воздуха _____ °С;
— рабочем избыточном давлении _____;
— _____

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ ОБРАБОТКИ:

1 Внешний осмотр, опробование _____

2 Контроль основной погрешности при преобразованиях дифференциального давления

Верхний предел дифференциального давления $\Delta P_B =$ _____ кПа.

В _____

ΔP_0	Показания P		P_{cp}	Абсолютная погрешность Δ
	1 серия	2 серия		

Наибольшее значение основной погрешности $\gamma_{\max} =$ _____ %

не превышает $\pm 0,075$ %
 $\pm [0,025 + 0,005 \Delta P_{\max} / \Delta P_B]$ %

— жидкостные микромановакуумметры МКВ-250 1 и 2 разрядов, с диапазоном воспроизведений от минус 2,5 до 2,5 кПа, классов точности 0,02 и 0,05;

— деформационные манометры и вакуумметры 3 разряда, с верхними пределами измерений от минус 0,1 до 60 МПа, классов точности 0,15 и 0,25.

3.2 При проведении поверки преобразователей применяют также следующие средства измерительной техники и устройства:

— потенциометр постоянного тока P363-3 класса точности 0,005, с верхним пределом измерений 2,12 В;

— универсальный вольтметр Ц31 класса точности 0,01/0,005 в диапазоне 10 мА, класса точности 0,01/0,002 в диапазоне 1 В;

— универсальный вольтметр Ц68014 класса точности 0,02/0,01 в диапазонах 10 и 100 мА, класса точности 0,01/0,005 в диапазоне 1 В;

— универсальный вольтметр В7-23 класса точности 0,02/0,02 в диапазоне 1 В;

— катушка сопротивления P331 номинальным значением 100 Ом, класса точности 0,01;

— магазин сопротивления P3026 класса точности 0,01;

— магазин сопротивления P4831 класса точности 0,02;

— магазин комплексной взаимной индуктивности P5017 с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (0,014 + 0,0011 \cdot M)$ мГн в диапазоне измерений $|M| = \pm 12$ мГн;

— миллиамперметр переменного тока Д57 класса точности 0,5, с верхним пределом измерений 150 мА;

— нуль-индикатор Ф5046 чувствительностью не менее 5 мм/мкВ;

— вибрационный гальванометр М501 с постоянной по току не более 10^{-7} А/мм при частоте переменного тока 50 Гц;

— цифровой измеритель атмосферного давления БАР с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,2$ мм рт.ст. в диапазоне измерений от 490 до 800 мм рт.ст.;

— магазин сопротивления P33 класса точности 0,2;

— источник питания постоянного тока Б5-8 с допускаемым отклонением $\pm 0,5$ % установленного значения;

— стеклянный жидкостный термометр с диапазоном измерений от 15 до 30 °С, ценой деления не более 0,5 °С;

— устройства для создания давления;

— компьютер IBM PC с операционной системой MS DOS и программным обеспечением интерфейса пользователя.

3.3 При проведении поверки преобразователей допускается применять другие средства измерительной техники, соответствующие по точности и пределам воспроизведений (измерений) требованиям настоящей рекомендации.

Средства измерительной техники, применяемые при поверке преобразователей, должны быть поверены в органах государственной метрологической службы.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 Поверку преобразователей проводят при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ с относительной влажностью не более 80 %.

Перед проведением поверки преобразователи выдерживают при указанных значениях температуры окружающего воздуха не менее 10 часов в случае разницы значений температуры помещения для поверки и места, откуда вносят преобразователи, более 10°C . Изменение температуры при выдержке и поверке преобразователей не должно превышать $\pm 0,5^\circ\text{C}$ за каждые 30 мин.

4.2 Стол, на котором установлены эталоны, должен иметь основание, исключаящее влияние вибрации и тряски.

4.3 Электрическое питание преобразователей осуществляют от источника постоянного тока согласно инструкции по эксплуатации или от сети переменного тока напряжением $(220 \pm 4,5)\text{ В}$ с частотой $(50 \pm 1)\text{ Гц}$. Питание первичной обмотки дифтрансформаторного преобразователя осуществляют током $(125 \pm 2,5)\text{ мА}$.

4.4 Сопротивление нагрузки преобразователей должно соответствовать требованиям инструкции по эксплуатации.

4.5 Рабочей средой, с помощью которой создают давление, должны быть:

— воздух – для преобразователей избыточного (абсолютного) давления с верхними пределами преобразований до 1 МПа избыточного давления включительно;

— жидкость (керосин, масло) – для преобразователей избыточного (абсолютного) давления с верхними пределами преобразований выше 1 МПа избыточного давления, а также – для преобразователей дифференциального давления при условии тщательного удаления воздуха из полости перед чувствительным элементом (в течение не менее 20 мин) и заполнения ее жидкостью.

4.6 Торцевой штуцер преобразователя должен находиться в одной горизонтальной плоскости с нижней границей шлифа канала цилиндра измерительной поршневой системы поршневого манометра или торцом штуцера деформационного манометра с допускаемым отклонением $\pm 10\text{ мм}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

измерительного преобразователя _____,
модели _____, № _____, с диапазоном преобразований _____,
предельными значениями выходного сигнала _____,
пределами допускаемой основной приведенной погрешности _____,
пределом допускаемой вариации выходного сигнала _____.
Эталон: _____

Поверка проведена при $\alpha =$ _____, коэффициент коррекции допуска _____,
контрольный допуск $\Delta_k =$ _____, $\delta_k =$ _____.

Поверка проведена при температуре окружающего воздуха _____ $^\circ\text{C}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ ОБРАБОТКИ:

1 Внешний осмотр, опробование _____

2 Контроль основной погрешности

P _о , _____	Выходной сигнал, мА (мВ, мГн)						
	Расчетное значение	Показания I (U, M, P)			Абсолютная погрешность Δ		Вариация
		I _p (U _p , M _p)	I _б (U _б , M _б , P _б)	I _м (U _м , M _м , P _м)	Δ _б	Δ _м	

Наибольшее значение основной погрешности $\gamma_{\text{макс}} =$ _____ %

Наибольшее значение вариации выходного сигнала $\gamma_{H_{\text{макс}}} =$ _____ %

Заключение по результатам поверки _____

_____ 200__ г.

Поверитель _____

5.6.15.4 Поверку термопреобразователей сопротивления ТПС проводят в соответствии с ГОСТ 8.461.

5.7. При периодической поверке, в случае несоответствия метрологических характеристик любому требованию 5.3 и 5.6, поверяемые преобразователи с пределами допускаемой основной приведенной погрешности от $\pm 0,05$ до $\pm 0,15$ % могут быть по желанию владельца допущены к применению с большими пределами допускаемой основной погрешности при условии соответствия характеристик требованиям 5.3 и 5.6 к таким преобразователям.

5.8 Результаты наблюдений и их обработки, а также заключение по результатам поверки преобразователя вносят в протокол по форме, приведенной в приложениях А или Б.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки преобразователей с пределами допускаемой основной приведенной погрешности от $\pm 0,05$ до $\pm 0,5$ % включительно оформляют свидетельство установленной формы. Для преобразователей дифференциального давления на оборотной стороне свидетельства указывают значение рабочего избыточного давления, при котором проводился контроль метрологических характеристик.

На корпус преобразователей с пределами допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 1,0$ % и более наносят оттиск поверительного клейма.

По желанию владельца преобразователя оттиск поверительного клейма наносят в паспорт преобразователя.

6.2 Межповерочный интервал преобразователей с пределами допускаемой основной приведенной погрешности от $\pm 0,05$ до $\pm 0,5$ % включительно – не более 1 года, более $\pm 0,5$ % – не более 2 лет.

6.3 При отрицательных результатах поверки выдают справку о непригодности преобразователя к применению.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 При поверке преобразователей выполняют следующие операции:

- внешний осмотр по 5.2;
- выбор эталонов по 5.3;
- опробование по 5.5;
- контроль метрологических характеристик по 5.6.

5.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие преобразователей следующим требованиям:

— преобразователь должен быть чистым и не иметь повреждений корпуса и штуцера, препятствующих прочному присоединению преобразователя к устройству для создания давления;

— соединение корпуса с держателем или штуцером должно быть прочным, не допускающим их взаимные смещения;

— крышки корпуса должны обеспечивать свободный доступ к корректорам нуля и диапазона преобразований, клеммам внешних соединений;

— преобразователи с пределами допускаемой основной приведенной погрешности от $\pm 0,05$ до $\pm 0,5$ % включительно представляют со свидетельством о предыдущей поверке (метрологической аттестации) или с сертификатом калибровки фирмы-изготовителя;

— при необходимости преобразователь представляют в поверку с инструкцией по эксплуатации.

5.3 Выбор эталонов

5.3.1 Выбор эталонов проводят согласно 3.1 исходя из экономической целесообразности и технических возможностей метрологической службы с учетом критериев достоверности и параметров методики поверки, определяемых согласно МИ 187-86 и МИ 188-86.

В зависимости от выбранного отношения α суммы пределов допускаемых основных погрешностей рабочих эталонов и пределов допускаемой основной погрешности преобразователя $\gamma_d(\Delta_d)$ при наибольшей вероятности ошибочно признанного годным любого в действительности дефектного преобразователя $P_{\text{взм}} = 0,2$ устанавливают контрольный допуск $\delta_k(\Delta_k)$; при этом значение $\gamma_d(\Delta_d)$ должно быть уменьшено в γ_k раз, т. е.

$$\delta_k = \gamma_k \cdot \gamma_d, \quad (1)$$

$$\Delta_k = \gamma_k \cdot \Delta_d, \quad (2)$$

где δ_k — контрольный допуск для пределов допускаемой основной приведенной погрешности преобразователя γ_d в процентах диапазона преобразований;

Δ_k — контрольный допуск для пределов допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя Δ_d ;

γ_k — коэффициент коррекции допуска, значения которого указаны в таблице 1.

Таблица 1

α	0,20	0,25	0,33	0,40	0,50
γ_k	0,95	0,93	0,89	0,84	0,70

5.3.2 При выборе эталонов должны быть соблюдены следующие условия:

1) при измерениях выходного сигнала постоянного тока с помощью эталонного миллиамперметра

$$\frac{1}{\gamma_d} (\delta P + \delta I) \leq \alpha, \quad (3)$$

где δP — пределы допускаемой основной относительной погрешности эталонного средства измерений давления при давлении, равном верхнему пределу преобразований преобразователя P_b , %;

δI — пределы допускаемой основной относительной погрешности эталонного миллиамперметра при силе тока, равной верхнему предельному значению выходного сигнала преобразователя I_b , %;

2) при измерениях выходного сигнала постоянного тока с помощью эталонного милливольтметра

$$\frac{1}{\gamma_d} (\delta P + \delta U + \delta R) \leq \alpha, \quad (4)$$

где δU — пределы допускаемой основной относительной погрешности эталонного милливольтметра при напряжении, соответствующем силе тока, равной верхнему предельному значению выходного сигнала преобразователя, %;

δR — пределы допускаемой основной относительной погрешности магазина сопротивлений при заданном сопротивлении R_o , %;

Наибольшее значение вариации выходного сигнала (показаний), не должно превышать предела ее допускаемого значения в процентах с учетом коэффициента коррекции допуска по 5.3.1.

5.6.14 Допускается контролировать метрологические характеристики преобразователей с аналоговым выходным сигналом переменного тока в комплекте с вторичными взаимозаменяемыми приборами дифтрансформаторной системы КСД2, КСД3 и др. При этом пределы допускаемой основной погрешности комплекта γ_{dk} определяют по формуле

$$\gamma_{dk} = \pm 1,1 \sqrt{\gamma_d^2 + \gamma_{dv}^2}, \quad (18)$$

где γ_{dv} — пределы допускаемой основной приведенной погрешности вторичного прибора, %.

При контроле метрологических характеристик комплектным методом наибольшие значения основной погрешности и вариации показаний комплекта не должны превышать γ_{dk} с учетом коэффициента коррекции допуска по 5.3.1.

5.6.15 Перед контролем погрешности преобразователей с кодовым выходным сигналом, предназначенных также для преобразования измеряемой температуры, отсоединяют термопреобразователь сопротивления ТПС и подсоединяют вместо него магазин сопротивления Р3026.

5.6.15.1 Погрешность преобразователя при преобразовании температуры определяют непосредственным сличением показаний на экране компьютера с действительными значениями температуры, воспроизводимой с помощью магазина сопротивления Р3026 с учетом номинальных статических характеристик преобразования термопреобразователя сопротивления.

5.6.15.2 При определении погрешности при преобразовании температуры отсчеты показаний проводят не менее, чем при пяти значениях температуры, достаточно равномерно распределенных в диапазоне преобразований, включая значения, равные пределам преобразований.

5.6.15.3 Абсолютную погрешность при преобразовании температуры ΔT определяют как разность между показаниями на экране компьютера T и значениями температуры T_o , соответствующими значениям воспроизводимого сопротивления:

$$\Delta T = T - T_o. \quad (19)$$

Значения абсолютной погрешности для каждого значения воспроизводимой температуры не должны превышать пределов допускаемой абсолютной погрешности преобразователя ($\pm 0,56$ °C).

или
$$\gamma_{\text{макс}} = \frac{\Delta_{\text{макс}}}{P_{\text{в}}} \cdot 100.$$

Наибольшее значение основной приведенной погрешности преобразователя не должно превышать значения контрольного допуска δ_k по 5.3.1.

5.6.13 Вариацию выходного сигнала (показаний) преобразователя H определяют как абсолютное значение разности выходных сигналов (показаний) при повышении $I_{\text{в}}$ ($U_{\text{в}}$, $M_{\text{в}}$, $P_{\text{в}}$) и понижении давления $I_{\text{м}}$ ($U_{\text{м}}$, $M_{\text{м}}$, $P_{\text{м}}$) по формулам

$$H = | I_{\text{в}} - I_{\text{м}} |,$$

или
$$H = | U_{\text{в}} - U_{\text{м}} |,$$
 (16)

или
$$H = | M_{\text{в}} - M_{\text{м}} |,$$

или
$$H = | P_{\text{в}} - P_{\text{м}} |.$$

Значения вариации выходного сигнала (показаний) преобразователя для каждого значения воспроизводимого давления, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам преобразований, не должны превышать предела ее допускаемого значения с учетом коэффициента коррекции допуска по 5.3.1.

Допускается не определять вариацию выходного сигнала (показаний) преобразователя, если предел ее допускаемого значения менее 0,5 пределов допускаемой основной абсолютной погрешности.

Наибольшее значение вариации выходного сигнала (показаний) преобразователя $\gamma H_{\text{макс}}$ в процентах определяют как отношение наибольшего значения вариации $H_{\text{макс}}$ к диапазону изменения выходного сигнала (диапазону преобразований) по формулам

$$\gamma H_{\text{макс}} = \frac{H_{\text{макс}}}{I_{\text{в}} - I_{\text{н}}} \cdot 100,$$

или
$$\gamma H_{\text{макс}} = \frac{H_{\text{макс}}}{U_{\text{в}} - U_{\text{н}}} \cdot 100,$$
 (17)

или
$$\gamma H_{\text{макс}} = \frac{H_{\text{макс}}}{M_{\text{в}} - M_{\text{н}}} \cdot 100,$$

или
$$\gamma H_{\text{макс}} = \frac{H_{\text{макс}}}{P_{\text{в}}} \cdot 100.$$

3) при измерениях выходного сигнала переменного тока с помощью эталонного магазина комплексной взаимной индуктивности (КВИ)

$$\frac{1}{\gamma_{\text{д}}} (\delta P + \delta M) \leq \alpha \quad (5)$$

где δM — пределы допускаемой основной относительной погрешности магазина КВИ при модуле КВИ, равном верхнему предельному значению выходного сигнала преобразователя $M_{\text{в}}$ ($M_{\text{в}} = 10$ мГн), %.

5.4 Перед опробованием преобразователь подсоединяют к устройству для создания давления эталонного средства измерений давления, при этом преобразователь должен находиться в нормальном рабочем положении согласно инструкции по эксплуатации.

Плюсовую и минусовую камеры преобразователей дифференциального давления подсоединяют к соответствующим штуцерам поршневого дифференциального манометра МПД-100.

У преобразователей дифференциального давления конкретных типов, о которых имеется информация о незначительном влиянии рабочего избыточного давления на изменение метрологических характеристик, подтвержденном результатами специальных исследований, плюсовую камеру подсоединяют к устройству для создания избыточного давления соответствующего эталонного средства измерений, а минусовая камера при этом должна сообщаться с атмосферным давлением.

По схемам, приведенным в инструкциях по эксплуатации, подсоединяют к клеммам внешних соединений преобразователя с электрическим выходным сигналом:

- аналоговым постоянного тока – источник питания постоянного тока, магазин сопротивления и эталонный электроизмерительный прибор;
- кодовым постоянного тока – источник питания постоянного тока, магазин сопротивления и компьютер, после чего проводят идентификацию модели преобразователя по программному и конфигурационному кодам;
- аналоговым переменного тока – магазин КВИ.

Нижнее предельное значение модуля КВИ при давлении, равном атмосферному, устанавливают равным нулю с допускаемым отклонением 0,05 мГн.

Остаточная взаимная индуктивность преобразователя M_0 не должна превышать $\pm 0,1$ мГн. При дальнейших измерениях положение переключателя остаточной взаимной индуктивности на магазине не изменяют.

5.5 При опробовании контролируют работоспособность и герметичность пре-

образователя, функционирование корректоров нуля и диапазона преобразований после выдержки преобразователя во включенном состоянии не менее 0,5 ч.

5.5.1 Работоспособность преобразователя контролируют наблюдая изменение значений выходного сигнала (показаний на экране компьютера) при соответствующем изменении значений давления от нижнего до верхнего предела преобразований и обратно.

Работоспособность преобразователя разрежения с верхним пределом преобразований 100 кПа допускается контролировать при изменении давления до значения, равного 0,90–0,95 атмосферного давления во время поверки.

5.5.2 Герметичность преобразователей давления и разрежения контролируют давлением, равным их верхним пределам преобразований, а герметичность преобразователя дифференциального давления контролируют давлением, равным не менее 0,2 предельного рабочего избыточного давления и подаваемому одновременно в обе камеры измерительного блока. При этом преобразователь должен быть отключен от устройства для создания давления. Преобразователь и уплотнение между штуцером и гнездом устройства для создания давления считают герметичным, если после двухминутной выдержки при заданном давлении в течение последующих трех минут падение давления не превышает 0,5 % заданного давления. Падение давления контролируют с помощью эталонного электроизмерительного прибора (по показаниям на экране компьютера).

Герметичность преобразователя разрежения с верхним пределом преобразований 100 кПа допускается контролировать давлением, равным 0,90–0,95 атмосферного давления.

Герметичность преобразователя дифференциального давления при периодической поверке допускается контролировать при рабочем избыточном давлении, значение которого указывается владельцем преобразователя.

После контроля герметичности понижают давление в системе до нуля и выдерживают преобразователь в течение не менее 5 мин при давлении, равном атмосферному.

Допускается герметичность преобразователей контролировать одновременно с контролем их работоспособности по 5.5.1.

5.5.3 Функционирование корректора нуля контролируют при любом заданном значении давления, равном не менее 0,3 верхнего предела преобразований. Поворачивая корректор нуля по часовой стрелке, наблюдают по эталонному электроизмерительному прибору изменение выходного сигнала. При повороте корректора нуля против часовой стрелки наблюдают изменение выходного сигнала в противоположную сторону.

Для преобразователей абсолютного давления с верхними пределами преобразований свыше 2,5 МПа с помощью корректора нуля при атмосферном давлении устанавливают предельное значение выходного сигнала, определяемое по формуле:

$$I_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{ат}}}{P_{\text{ва}}} (I_{\text{в}} - I_{\text{н}}) + I_{\text{н}} \quad (12)$$

5.6.12 Основную абсолютную погрешность преобразователя с аналоговым выходным сигналом постоянного или переменного тока Δ определяют как разность выходных сигналов при повышении $I_{\text{б}}$ ($U_{\text{б}}, M_{\text{б}}$) и понижении давления $I_{\text{м}}$ ($U_{\text{м}}, M_{\text{м}}$) и расчетных значений выходного сигнала $I_{\text{р}}$ ($U_{\text{р}}, M_{\text{р}}$) по формулам

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{б}} &= I_{\text{б}} - I_{\text{р}} & \text{и} & & \Delta_{\text{м}} &= I_{\text{м}} - I_{\text{р}}, \\ \text{или} & & & & & \\ \Delta_{\text{б}} &= U_{\text{б}} - U_{\text{р}} & \text{и} & & \Delta_{\text{м}} &= U_{\text{м}} - U_{\text{р}}, \\ \text{или} & & & & & \\ \Delta_{\text{б}} &= M_{\text{б}} - M_{\text{р}} & \text{и} & & \Delta_{\text{м}} &= M_{\text{м}} - M_{\text{р}}. \end{aligned} \quad (13)$$

Основную абсолютную погрешность преобразователя с кодовым выходным сигналом определяют как разность показаний при повышении $P_{\text{б}}$ и понижении давления $P_{\text{м}}$ и действительных значений воспроизводимого давления $P_{\text{о}}$ по формулам

$$\Delta_{\text{б}} = P_{\text{б}} - P_{\text{о}} \quad \text{и} \quad \Delta_{\text{м}} = P_{\text{м}} - P_{\text{о}} \quad (14)$$

Значения основной абсолютной погрешности преобразователя для каждого значения воспроизводимого давления (как при повышении, так и при понижении давления) не должны превышать значения контрольного допуска $\Delta_{\text{к}}$ при периодической и $0,8\Delta_{\text{к}}$ — при первичной поверке.

Наибольшее значение основной приведенной погрешности преобразователя $\gamma_{\text{макс}}$ в процентах определяют как отношение наибольшего значения основной абсолютной погрешности $\Delta_{\text{макс}}$ к диапазону изменения выходного сигнала (диапазону преобразований $P_{\text{в}}$) по формулам

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{макс}} &= \frac{\Delta_{\text{макс}}}{I_{\text{в}} - I_{\text{н}}} \cdot 100, \\ \text{или} & & & & & \\ \gamma_{\text{макс}} &= \frac{\Delta_{\text{макс}}}{U_{\text{в}} - U_{\text{н}}} \cdot 100, \\ \text{или} & & & & & \\ \gamma_{\text{макс}} &= \frac{\Delta_{\text{макс}}}{M_{\text{в}} - M_{\text{н}}} \cdot 100, \end{aligned} \quad (15)$$

— значение которого указывается владельцем преобразователя – при периодической поверке.

5.6.8 Метрологические характеристики преобразователей дифференциального давления конкретных типов, о которых имеется информация о незначительном влиянии рабочего избыточного давления на изменение метрологических характеристик, подтвержденная результатами специальных исследований, допускается контролировать без воспроизведения рабочего избыточного давления с учетом 5.4. При этом в плюсовую камеру преобразователя подают избыточное давление, численно равное дифференциальному давлению, а минусовая камера сообщается с атмосферным давлением.

5.6.9 При периодической поверке преобразователей дифференциального давления с выходным сигналом переменного тока допускается контролировать метрологические характеристики относительно атмосферного давления. При этом значения основной абсолютной погрешности преобразователя для каждого значения воспроизводимого давления (как при повышении, так и при понижении давления) не должны превышать значения $0,5$ контрольного допуска Δ_k .

5.6.10 При контроле метрологических характеристик преобразователя плавно повышают давление в системе, воспроизводят последовательно значения в соответствии с 5.6.1 и после выдержки при каждом значении не менее 5 с проводят отсчеты выходного сигнала (показаний) – прямой ход – с погрешностью не более $\pm 0,2$ значения контрольного допуска Δ_k .

При значении давления, равном верхнему пределу преобразований, преобразователь выдерживают в течение не менее 5 мин, при этом его отключают от устройства для создания давления. Затем плавно понижают давление в системе и проводят отсчеты выходного сигнала (показаний) – обратный ход – при тех же значениях давления, что и при повышении.

Метрологические характеристики преобразователей абсолютного давления с верхними пределами преобразований свыше $2,5$ МПа допускается контролировать при значениях избыточного давления, численно равных значениям абсолютного давления.

Скорость изменения давления не должна превышать 10% диапазона преобразований в 1 с.

5.6.11 При понижении давления до нижнего предела преобразований отклонение значения выходного сигнала от его предельного значения не должно превышать $\pm 0,2$ значения контрольного допуска Δ_k .

Если указанное отклонение значения выходного сигнала превышает допускаемое значение, необходимо повторить операции по 5.5.4 и 5.6.6.

5.5.4 С помощью корректоров нуля и диапазона преобразований устанавливают последовательно с наибольшей возможной точностью предельные значения выходного сигнала, соответствующие нижнему и верхнему пределам преобразований. Операции выполняют $2-3$ раза, пока отклонения установленных значений выходного сигнала от его предельных значений не будут менее $\pm 0,2$ значения контрольного допуска Δ_k по 5.3.1.

Для преобразователя разрежения с верхним пределом преобразований 100 кПа предельное значение выходного сигнала, соответствующее верхнему пределу преобразований, допускается устанавливать при разрежении, равном $0,90-0,95$ атмосферного давления.

Для преобразователей абсолютного давления с верхними пределами преобразований $P_{ва}$ до $2,5$ МПа включительно предельные значения выходного сигнала устанавливают следующим образом:

— предельное значение выходного сигнала, соответствующее нижнему пределу преобразований, устанавливают при разрежении, равном $0,90-0,95$ атмосферного давления $P_{ат}$, воспроизводимом с помощью эталонного поршневого мановакуумметра МВП-2,5;

— предельное значение выходного сигнала, соответствующее верхнему пределу преобразований, устанавливают при избыточном давлении $P_{ви}$, воспроизводимом с помощью соответствующего эталонного поршневого манометра и определяемом по формуле

$$P_{ви} = P_{ва} - P_{ат} . \quad (6)$$

Для преобразователей абсолютного давления с верхними пределами преобразований свыше $2,5$ МПа с помощью корректора нуля при атмосферном давлении устанавливают предельное значение выходного сигнала, соответствующее нижнему пределу преобразований.

5.5.5 Угол потерь (аргумент КВИ) преобразователя с выходным сигналом переменного тока контролируют при давлении, равном верхнему пределу преобразований. Угол потерь при этом должен быть в пределах от $5,5^\circ$ до $8,5^\circ$.

5.6 Контроль метрологических характеристик

5.6.1 Метрологические характеристики преобразователя с аналоговым выходным сигналом постоянного или переменного тока — основную погрешность и вариацию выходного сигнала контролируют при воспроизведениях действительных значений давления с помощью эталонного средства измерений давления и сравнении соответствующих значений выходного сигнала, измеренных с помощью эталонного электроизмерительного прибора, с расчетными значениями.

Метрологические характеристики преобразователя с кодовым выходным сигналом контролируют непосредственным сличением показаний на экране компьютера с действительными значениями давления, воспроизводимыми с помощью эталонного средства измерений давления.

5.6.2 Расчетные значения выходного сигнала постоянного тока I_p в мА преобразователей избыточного и дифференциального давления и разрежения для значений воспроизводимого давления P определяют по формуле

$$I_p = \frac{P}{P_b} (I_b - I_n) + I_n, \quad (7)$$

где I_n — нижнее предельное значение выходного сигнала, мА.

Расчетные значения выходного сигнала преобразователей абсолютного давления с верхними пределами преобразований $P_{ва}$ до 2,5 МПа включительно определяют по формулам:

— при воспроизведениях разрежения $P_{раз}$

$$I_p = \frac{P_{ат} - P_{раз}}{P_{ва}} (I_b - I_n) + I_n, \quad (8)$$

— при воспроизведениях избыточного давления $P_{изб}$

$$I_p = \frac{P_{ат} - P_{изб}}{P_{ва}} (I_b - I_n) + I_n. \quad (9)$$

Погрешность измерений атмосферного давления $P_{ат}$ с помощью барометра не должна превышать $\pm 0,2$ пределов допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя абсолютного давления Δ_d .

При значениях атмосферного давления $P_{ат}$ от 97 до 102 кПа (от 730 до 765 мм рт.ст.) при проверке преобразователей с пределами допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5\%$ и более допускается принимать значение $P_{ат}$, равное 0,1 МПа.

Расчетные значения выходного сигнала преобразователя U_p в мВ определяют по формуле

$$U_p = I_p \cdot R_o. \quad (10)$$

5.6.3 Расчетные значения выходного сигнала переменного тока M_p в мГн для значений воспроизводимого давления P определяют по формуле

$$M_p = \frac{P}{P_b} (M_b - M_n). \quad (11)$$

5.6.4 При контроле метрологических характеристик преобразователя отсчеты выходного сигнала (показаний на экране компьютера) проводят не менее чем при пяти значениях воспроизводимого давления, достаточно равномерно распределенных в диапазоне преобразований, включая значение, равное верхнему пределу преобразований.

5.6.5 Метрологические характеристики многодиапазонных преобразователей контролируют при всех значениях воспроизводимого давления в одном диапазоне преобразований:

— в диапазоне с максимальным верхним пределом преобразований — при первичной поверке;

— в рабочем диапазоне по желанию владельца преобразователя — при периодической поверке.

В остальных диапазонах преобразований, при необходимости, достаточно контролировать метрологические характеристики при двух значениях воспроизводимого давления: 40–60 и 100 % верхнего предела преобразований.

5.6.6 Метрологические характеристики высокоточных преобразователей с перенастраиваемыми диапазонами преобразований контролируют при всех значениях воспроизводимого давления в поддиапазонах:

— с максимальным верхним пределом преобразований и пределами допускаемой основной приведенной погрешности;

— с минимальным верхним пределом преобразований и пределами допускаемой основной погрешности, выраженной в виде функциональной зависимости;

— с верхним пределом преобразований, соответствующим изменению формы представления пределов допускаемой основной погрешности согласно инструкции по эксплуатации.

При периодической поверке допускается контролировать метрологические характеристики преобразователя по желанию владельца преобразователя в рабочем поддиапазоне с учетом изложенного.

5.6.7 Метрологические характеристики преобразователей дифференциального давления контролируют с помощью поршневого дифференциального манометра МПД–100 при воспроизведении рабочего избыточного давления (подаваемого одновременно в обе камеры измерительного блока):

— равного не менее 0,2 предельного рабочего избыточного давления – при первичной поверке;