

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
(ФГУП «УНИИМ»)
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора ФГУП «УНИИМ»
по научной работе

В.В. Казанцев



«12» августа 2014 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики линейных перемещений DT

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 11-233-2014

Екатеринбург
2014

Предисловие

Разработана: ФГУП «УНИИМ»

Исполнители:

от ФГУП «УНИИМ» заведующий лабораторией 233 Шимолин Ю.Р.
ст. инженер лаборатории 233 Злыдникова Л.А.

Утверждена: ФГУП УНИИМ

Введена в действие «___» 2014 г.

Содержание

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	4
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3	ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ.	4
4	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	5
5	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	5
6	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
7	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	6
8	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	6
9	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
10	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	10
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое) ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ.....	11

Государственная система обеспечения единства измерений.
Датчики линейных перемещений ДТ.
Методика поверки.

МП 11-233-2014

Срок введения в действие «___» 20__ г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на датчики линейных перемещений ДТ (далее датчики), которые предназначены для измерений линейных перемещений.

Интервал между поверками – один год.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия
РД 153-34.0-03.150-00 (ПОТ Р М-016)	Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
ПР 50.2.006-94	ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.

3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей методике используются следующие термины и определения:

3.1 коэффициент передачи датчика: Отношение выходного напряжения датчика к nominalному значению питающего напряжения при регламентированных значениях внешних воздействий и сопротивлениях электрической нагрузки

3.2 начальный коэффициент передачи датчика: Коэффициент передачи датчика при отсутствии внешних воздействий

3.3 рабочий коэффициент передачи датчика: Разность между коэффициентом передачи датчика и начальным коэффициентом передачи датчика

3.4 чувствительность датчика перемещений: Отношение изменения коэффициента передачи датчика перемещений к вызвавшему его изменению приложенного перемещения.

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

- 4.1 Первичную поверку датчиков выполняют перед вводом в эксплуатацию и после ремонта.
- 4.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации датчиков по истечении интервала между поверками.
- 4.3 При проведении первичной и периодической поверок датчиков должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.
- 4.4 В случае невыполнения хотя бы одной операции по таблице 1 поверка прекращается, датчик снимается с поверки до устранения обнаруженных недостатков и после этого проводится поверка датчика в полном объеме.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	9.1	Да	Да
2 Опробование	9.2		
2.1 Проверка входного и выходного сопротивления	9.2.1	Да	Нет
2.2 Проверка работоспособности	9.2.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	9.3		
3.1 Определение диапазона измерений перемещений	9.3.1	Да	Да
3.2 Определение отклонения чувствительности от номинального значения.	9.3.2	Да	Да
3.4 Определение нелинейности и гистерезиса.	9.3.3	Да	Да
3.5 Определение среднего квадратичного отклонения.	9.3.4	Да	Да

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 5.1 При проведении поверки датчиков применяют следующие средства поверки:
- меры длины концевые плоскопараллельные 3 разряда по ГОСТ Р 8.763-2011;
 - мультиметр цифровой DMM 4050, диапазон измерения напряжения от 100 нВ до 1000 В, относительная погрешность $\pm 0,005\%$, диапазон измерения сопротивления от 100 до 400 Ом, относительная погрешность $\pm 0,01\%$.
 - калибратор программируемый П320, от 10^{-5} до 10^3 В, относительная погрешность $\pm 0,005\%$.

5.2 Вместо мультиметра цифрового и калибратора программируемого можно использовать тензометрическую систему (прибор), диапазон измерения ± 99999 млн $^{-1}$, КТ 0,1/0,03.

5.3 Допускается при поверке датчиков применение средств поверки, не приведенных в 5.1 настоящей методики поверки, но обеспечивающих определение метрологических характеристик датчиков с требуемой точностью.

5.4 Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

6.1 К поверке датчиков допускаются лица, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией (далее - ЭД) на датчики, работающие в метрологической службе организации, аккредитованной на право поверки средств измерений.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0, «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», ПОТ Р М-016-2001, а также требования безопасности, изложенные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

8 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

8.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
 температура окружающей среды, °C 20 ± 5 ;
 атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
 относительная влажность, % до 70 %.

9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

9.1 Внешний осмотр

9.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого датчика следующим требованиям:

- датчик не должен иметь механических повреждений, влияющих на его нормальную работу;
- должны отсутствовать видимые повреждения электропроводки, соединительных кабелей.

9.1.2 Если требования 9.1.1 настоящей методики не выполняются, датчик признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.2 Опробование

9.2.1 При первичной поверке проверяют отклонения входного и выходного сопротивлений от их номинальных значений.

9.2.1.1 Входное и выходное сопротивления измеряется мультиметром в режиме измерения сопротивления. Мультиметр подключить к паре входных (цепь питания) и выходных (цепь измерения) проводов датчика для определения соответственно входного и выходного сопротивления. Датчик при этом должен быть отключен от источника питания, а положение штока соответствовало нулевому перемещению. Отклонение сопротивление от номинального определить по формуле

$$\Delta\Omega = \Omega_{\text{факт}} - \Omega_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где $\Delta\Omega$ - отклонение сопротивление от номинального, Ом;

$\Omega_{\text{факт}}$ - измеренное сопротивление, Ом;

$\Omega_{\text{ном}}$ - номинальное сопротивление, Ом.

9.2.1.2 Отклонений входного и выходного сопротивлений от их номинальных значений должно быть в диапазоне $\pm 1\%$ (для датчиков DTH-A-10 и DTJ-A-200) и $\pm 3\%$ (для датчиков DT-50A и DT-100A).

9.2.2 При подключении датчика к калибратору и вольтметру проверяют:

- изменение показаний датчика при перемещении плунжера;
- плавность возрастания – уменьшения показаний датчика.

9.2.3 Если при опробовании датчик не соответствует требованиям 9.2.1 и 9.2.2, его признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 Определение диапазона измерений перемещений

Подключить датчик к калибратору и вольтметру или тензометрическому прибору, зафиксировать показания вольтметра или тензометрического прибора, соответствующие наименьшему пределу измерений датчика.

9.3.1.1 С помощью блока мер длины концевых плоскопараллельных общей длины, соответствующей наибольшему пределу измерений датчика, задать перемещение плунжера.

9.3.1.2 Изменения показаний должны соответствовать значению номинального выхода в единицах деформации, млн^{-1} , приведённых в пункте 9 (для датчиков DTH-A-10 и DTJ-A-200) и пункте 6 (для датчиков DT-50A и DT-100A) Инструкции по эксплуатации.

9.3.2 Определение отклонения чувствительности от номинального значения

9.3.2.1 Для определения чувствительности, согласно пункта 4 (для датчиков DTH-A-10 и DTJ-A-200) и пункта 3 (для датчиков DT-50A и DT-100A) Инструкции по эксплуатации, подключить к источнику питания и вольтметру или к тензометрическому прибору.

9.3.2.2 Для определения чувствительности измерить напряжение питания датчика и троекратно измерить значение выходного напряжения по цепи измерений, соответствующее перемещению плунжера, равному наибольшему и наименьшему пределам измерений датчика.

9.3.2.3 Значение действительного рабочего коэффициента передачи определить по формуле

$$k_d = \frac{\overline{u_{\max}} - \overline{u_0}}{\overline{u_{\text{пит}}}}, \quad (2)$$

где k_d - значение действительного рабочего коэффициента передачи, мВ/В;

$\overline{u_{\max}}$ - среднее арифметическое значение выходного напряжения по цепи измерений, соответствующее перемещению плунжера, равному наибольшему пределу измерений датчика, мВ;

$\overline{u_0}$ - среднее арифметическое значение выходного напряжения по цепи измерений, соответствующее нулевому перемещению плунжера (по визуальной шкале; кроме DTH-A-10), мВ;

$u_{\text{пит}}$ - значение напряжения питания датчика, В.

9.3.2.4 Значение чувствительности при номинальном перемещении определить по формуле

$$R = \frac{k_d}{\varepsilon} \cdot \varepsilon_{\text{ном}}, \quad (3)$$

где $\varepsilon_{\text{ном}}$ - номинальный выходной сигнал датчика в единицах деформации, млн^{-1} ;

9.3.2.5 Определить отклонение чувствительности от номинального значения по формуле

$$\Delta R = R - R_{\text{ном}}, \quad (4)$$

где $R_{\text{ном}}$ - нормированное значение чувствительности при номинальном значении перемещения.

9.3.2.6 Отклонение чувствительности от номинального значения не должно превышать значений, приведённых в пункте 9 (для датчиков DTH-A-10 и DTJ-A-200) и пункте 6 (для датчиков DT-50A и DT-100A) Инструкции по эксплуатации.

9.3.3 Определение нелинейности и гистерезиса

9.3.3.1 Метрологические характеристики датчиков следует проверять при не менее чем трехкратном воспроизведении перемещений плунжера в прямой и обратной последовательности по ступеням, число которых не менее десяти, включая наименьший и наибольший пределы измерений.

9.3.3.2 В зависимости от подключаемых приборов, для определения значения систематической составляющей относительной погрешности используют формулу (5). В случае подключения датчика к тензометрической системе перемещение датчика \bar{l}_i , мм, рассчитать по формуле, приведенной в Инструкции по эксплуатации (раздел 5 для DTH-A-10; DTJ-A-200; раздел 4 для DT-50A; DT-100A). При подключении иного преобразователя с выходом результата измерений в единицах длины использовать формулу (5) без предварительной обработки результатов измерений.

9.3.3.3 В зависимости от подключаемых приборов используют формулы (6) или (7). В случае подключения датчика к тензометрической системе нелинейность определить по формуле (6), при использовании вольтметра в комплекте с источником питания и дальнейшим пересчетом в мм или иного преобразователя с выходом результата измерений в единицах длины использовать формулу (7).

9.3.3.4 Нелинейность на i -ой ступени в процентах от верхнего предела измерений датчика определить по формуле

$$\gamma_{\text{нел } i} = \frac{\bar{l}_i - \bar{l}_{\max} \cdot i}{\bar{L}_{\max}} \cdot 100, \quad (5)$$

$$\gamma_{\text{нел } i} = \frac{\bar{\varepsilon}_i - \bar{\varepsilon}_{\max} \cdot i}{\bar{\varepsilon}_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $\gamma_{\text{нел } i}$ - нелинейность датчика на i -ой ступени, %;

\bar{l}_i - среднее арифметическое показание датчика при перемещении плунжера в прямой последовательности на i -ой ступени, мм;

\bar{l}_{\max} - среднее арифметическое показание датчика при перемещении, соответствующем наибольшему пределу измерений, мм;

\bar{L}_{\max} - наибольший предел измерений перемещений датчика, мм;

$\bar{\varepsilon}_i$ - среднее арифметическое показание тензометрического прибора при перемещении плунжера на i -ой ступени в прямой последовательности, млн^{-1} ;

$\bar{\varepsilon}_{\max}$ - среднее арифметическое показание тензометрического прибора при перемещении плунжера, соответствующим наибольшему пределу измерений, млн^{-1} ;

$\bar{\varepsilon}_{\text{ном}}$ - номинальный выходной сигнал датчика в единицах деформации, млн^{-1} ;

n - количество воспроизведений перемещений плунжера в прямой последовательности.

9.3.3.5 Значение нелинейности датчика при измерении перемещений в диапазоне измерений должно быть в диапазоне $\pm 0,2\%$ (для датчиков DTH-A-10), $\pm 0,6\%$ (для датчиков DTJ-A-200) и $\pm 1\%$ (для датчиков DT-50A и DT-100A).

9.3.3.6 В зависимости от подключаемых приборов используют формулу (8) или (9). В случае подключения датчика к тензометрической системе гистерезис определить по формуле

(8), при использовании вольтметра в комплекте с источником питания и дальнейшим пересчетом в мм или иного преобразователя с выходом результата измерений в единицах длины использовать формулу (9).

9.3.3.7 Гистерезис на i -ой ступени в процентах от верхнего предела измерений датчика определить по формуле

$$\gamma_{\text{гист}i} = \frac{\overline{\varepsilon_i}_{\text{пр}} - \overline{\varepsilon_i}_{\text{обр}}}{\overline{\varepsilon_{\text{ном}}}} \cdot 100, \quad (7)$$

$$\gamma_{\text{гист}i} = \frac{\overline{l_i}_{\text{пр}} - \overline{l_i}_{\text{обр}}}{L_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $\gamma_{\text{гист}i}$ – гистерезис датчика, %;

$\overline{\varepsilon_i}_{\text{пр}}$, $\overline{\varepsilon_i}_{\text{обр}}$ – среднее арифметическое показание тензометрического прибора из трех результатов наблюдений на i -ой ступени при прямом и обратном ходах плунжера, мн^{-1} ;

$\overline{\varepsilon_{\text{ном}}}$ – номинальный выходной сигнал датчика в единицах деформации, мн^{-1} ;

$\overline{l_i}_{\text{пр}}$, $\overline{l_i}_{\text{обр}}$ – средние арифметические из трех результатов наблюдений на i -ой ступени при прямом и обратном ходах плунжера, мм;

L_{max} – наибольший предел измерений перемещений датчика, мм.

9.3.3.8 Значение гистерезиса датчика при измерении перемещений в диапазоне измерений должно быть в диапазоне $\pm 0,2\%$ (для датчиков DTH-A-10), $\pm 0,6\%$ (для датчиков DTJ-A-200) и $\pm 1\%$ (для датчиков DT-50A и DT-100A)

9.3.3.9 Значение систематической составляющей относительной погрешности измерения перемещения рассчитать по формуле

$$\delta_i = \frac{\overline{l_i} - L_i}{L_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (9)$$

где δ_i – значение систематической составляющей относительной погрешности, %;

$\overline{l_i}$ – среднее арифметическое значение перемещений по показаниям датчика на i -ой ступени, мм;

L_i – значение перемещения, соответствующее длине мер длины концевых плоскопараллельных на i -ой ступени, мм;

L_{max} – наибольший предел измерений перемещений датчика, мм.

9.3.3.10 Значения систематической составляющей относительной погрешности должны соответствовать требованиям к нелинейности и гистерезису, в противном случае следует скорректировать коэффициент градуировки.

9.3.4 Определение среднего квадратичного отклонения

9.3.4.1 Значение среднего квадратического отклонения (СКО) определить по результатам измерений п. 9.3.3.1 на каждой ступени.

9.3.4.2 В зависимости от подключаемых приборов использовать формулу (10) или (11). В случае подключения датчика к тензометрической системе СКО определить по формуле (10), при использовании вольтметра в комплекте с источником питания и дальнейшим пересчетом в мм

или иного преобразователя с выходом результата измерений в единицах длины использовать формулу (11).

9.3.4.3 Среднее квадратическое отклонение результата измерений перемещений на i -ой ступени в процентах от верхнего предела измерений датчика определить по формуле

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^6 (\varepsilon_{ij} - \bar{\varepsilon}_i)^2}{5}}, \quad (10)$$

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^6 (l_{ij} - \bar{l}_i)^2}{5}}, \quad (11)$$

где S_i – среднее квадратическое отклонение результата измерений перемещений на i -ой ступени, %;

ε_{ij} – показание тензометрического прибора на i -ой ступени, млн^{-1} , j – порядковый номер измерения;

$\bar{\varepsilon}_i$ – среднее арифметическое показание тензометрического прибора при перемещении плунжера на i -ой ступени, млн^{-1} ;

$\varepsilon_{\text{ном}}$ – номинальный выходной сигнал датчика в единицах деформации, млн^{-1} ;

\bar{l}_i – среднее арифметическое из шести результатов наблюдений на i -ой ступени при прямом и обратном ходах плунжера, мм;

l_{ij} – показания датчика на i -ой ступени, j – порядковый номер измерения, мм.

L_{max} – наибольший предел измерений перемещений датчика, мм.

9.3.4.4 Среднее квадратическое отклонение результата измерений перемещений в диапазоне измерений не должно превышать 0,010 мВ/В (для датчиков DTH-A-10), 0,030 мВ/В (для датчиков DTJ-A-200) и 0,009 мВ/В (для датчиков DT-50A и DT-100A).

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом по рекомендуемой форме, приведенной в приложении А.

10.2 Положительные результаты поверки датчика оформляются согласно ПР 50.2.006 выдачей свидетельства о поверке.

10.3 Отрицательные результаты поверки датчика оформляются согласно ПР 50.2.006 выдачей извещения о непригодности с указанием причин непригодности, свидетельство о предыдущей поверке аннулируется.

Заведующий лабораторией 233 ФГУП «УНИИМ»

Ст. инженер лаборатории 233 ФГУП «УНИИМ»



Ю.Р. Шимолин.

Л. А. Злыдникова.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
 (рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Протокол поверки № _____

Датчик линейных перемещений DT _____, зав. № _____
 принадлежащий _____
 (юридическое лицо владелец СИ)

НД: МП 11-233-2014 «ГСИ. Датчики линейных перемещений DT. Методика поверки».

Средства поверки _____
 наименование, тип эталонных СИ и вспомогательных средств, применяемых при поверке

Условия поверки _____
 срок действия свидетельства о поверке

Соответствуют (не соответствуют) разделу 8.1 методики поверки

Результаты поверки

Таблица 1 - Результат внешнего осмотра:

Требования методики поверки	Заключение
Механические повреждения, влияющие на нормальную работу датчика	
Видимые повреждения электропроводки, соединительных кабелей	

Таблица 2 – Опробование

Требования	Заключение
Отклонение входного сопротивления от его номинального значения, %*	
Отклонение выходного сопротивления от его номинального значения, %*	
Изменение показаний датчика при перемещении плунжера	
Плавность возрастания – уменьшения показаний датчика	
* Заполняется только при первичной поверке	

Таблица 3 - Определение отклонения действительного рабочего коэффициента передачи от номинального

Значение действительного рабочего коэффициента, мВ/В	
Значение нулевого коэффициента передачи, мВ/В	
Отклонение чувствительности от номинальной, мВ/В	

Таблица 4 - Определение систематической погрешности, нелинейности, гистерезиса и среднего квадратичного отклонения.

Задаваемое перемещение плунжера, мм	Показания датчика, мкВ/В или мм			Показания датчика приведенные к нулю, мкВ/В			Среднее, мкВ/В	СКО, мкВ/В	Нелинейность, % от диапазона	Гистерезис, % от диапазона
	1	2	3	1	2	3				

Заключение по результатам поверки

По результатам первичной поверки Датчик линейных перемещений DT _____, зав. № _____, признан годным (или не годным) к применению.

Выдано Свидетельство о поверке (или Извещение о непригодности) от " ____ " 20 ____ г. № _____

- Поверку проводил _____

- подпись инициалы, фамилия

- Дата проведения поверки " ____ " 20 ____ г.

- Организация, проводившая поверку _____