

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

«21» мая 2018 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики силоизмерительные РТ1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2301-304-2018

Руководитель лаборатории
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 А.Ф. Остривной

Разработчик

 Д.В. Андреев

г. Санкт-Петербург
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на датчики силоизмерительные РТ1 (далее - датчики), изготовленные фирмой «GTM Testing and Metrology», Германия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Допускается проведение поверки не в полном диапазоне измерений в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей ссылку.

1 Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
1. Внешний осмотр	3.1	-
2. Определение метрологических характеристик	3.2	Машины силовоспроизводящие 1-го разряда по ГОСТ 8.640-2014.
-определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний и повторяемостью показаний	3.2.1	
- определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля	3.2.2	
-определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом	3.2.3	
- определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью	3.2.4	
- определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией	3.2.5	
- оценка погрешности датчика	3.2.6	
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

2 Условия поверки и подготовка к ней

2.1 Операции по всем пунктам настоящей методики проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность, % от 45 до 80

2.2 Температура во время поверки не должна изменяться более чем на ± 1 °С.

2.3 Для надежного выравнивания температуры датчика и окружающего воздуха, датчик должен быть доставлен на место поверки не менее, чем за 5 часов до ее начала.

2.4 При проведении поверки должны быть выполнены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на поверяемое средство измерений и на эталонное и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке.

2.5 Сотрудники, проводящие испытания, должны изучить правила работы с испытуемым средством измерений и обладать соответствующей квалификацией для работы с эталонным и испытательным оборудованием.

3 Проведение поверки

3.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют комплектность поверяемых датчиков, отсутствие видимых повреждений, наличие необходимой маркировки, соответствие внешнего вида требованиям эксплуатационной документации и ее соответствие утвержденному типу.

3.2. Определение метрологических характеристик.

Процедуры, описанные в п.3.2 настоящей методики проводят как для режима растяжения, так и для режима сжатия. Для датчиков с двумя независимыми измерительными каналами, процедуры, описанные в п.3.2 настоящей методики проводят как для режима растяжения, так и для режима сжатия для каждого измерительного канала.

Перед проведением измерений датчик нагружают максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие) и выдерживают в течении 30 минут. Затем нагружают три раза максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие). Продолжительность приложения каждого предварительного нагружения должна составлять от 1 минуты до 1,5 минут.

Нагружают датчик от НмПИ до НПИ двумя сериями эталонных сил только с возрастающими значениями, при одном положении датчика в рабочем пространстве эталонной машины. Регистрируют соответствующие показания датчика X_1, X_2 .

Затем нагружают и разгружают датчик двумя рядами силы с возрастающими и убывающими значениями в положениях с поворотом на 120° и 240° (рисунок 2) относительно первоначального положения. Регистрируют соответствующие показания датчика X_3, X_5 (при нагружении) и X'_4, X'_6 (при разгрузке).

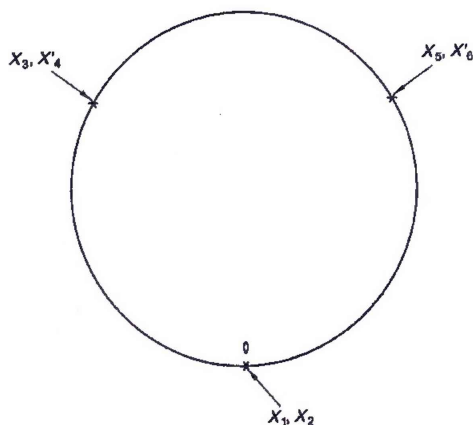


Рисунок 2.

Каждый ряд нагружения (разгружения) должен содержать не менее восьми ступеней, по возможности, равномерно распределенных по диапазону измерений.

Следует соблюдать временной интервал не менее 3-х минут между последовательными рядами нагрузки.

После полного разгружения датчика следует регистрировать его нулевые показания после ожидания в течение, по крайней мере, 30 секунд.

Не менее 1 раза за время поверки датчик должен быть разъединен с переходными деталями и заново собран. Рекомендуется делать это между вторым и третьим рядами нагружения.

Если датчик применяют только для возрастающей нагрузки, то при поверке определяют вместо гистерезиса характеристику ползучести. При этом записывают показания на 30 с и 300 с после приложения максимальной нагрузки, в каждом из режимов приложения силы. Если ползучесть измеряется при нулевой силе, датчик должен быть предварительно нагружен максимальной силой и выдержан под нагрузкой в течение 60 с. Испытание на ползучесть может проводиться в любое время после предварительной нагрузки.

Результаты измерений заносят в протокол (Приложение 1).

3.2.1 Определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний и повторяемостью показаний, b и b' .

Эти составляющие погрешности рассчитываются для каждой ступени прикладываемой силы при вращении датчика (b) и без вращения (b'), с помощью следующих уравнений:

$$b = \left| \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\bar{X}_r} \right| \cdot 100\%$$

$$\text{где } \bar{X}_r = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3}$$

$$b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{\bar{X}_{wr}} \right| \cdot 100\%$$

$$\text{где } \bar{X}_{wr} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Полученные значения b и b' не должны превышать установленных пределов, указанных в таблице 2.

3.2.2 Определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля, f_0 .

До и после каждой серии испытаний следует записывать показания без нагрузки. Нулевое показание следует регистрировать примерно через 30 секунд после того, как нагрузка полностью снята.

Составляющая погрешности, связанная с дрейфом нуля рассчитывается по формуле:

$$f_0 = \frac{i_f - i_0}{X_N} \cdot 100\%$$

где i_0 и i_f - показания до приложения нагрузки и после разгрузки соответственно;
 X_N - показания при максимальной нагрузке.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Полученное значение f_0 не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

3.2.3 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом, v .

Составляющая погрешности, связанная с гистерезисом определяется при сериях нагружения с возрастающими силами и затем с уменьшающимися силами.

Разность между значениями, полученными для обеих серий с возрастающими силами и с убывающими силами, позволяет рассчитать составляющую погрешности, связанную с гистерезисом, используя следующие уравнения:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2},$$

$$\text{где } v_1 = \left| \frac{X'_4 - X_3}{X_3} \right| \cdot 100\%, \quad v_2 = \left| \frac{X'_6 - X_5}{X_5} \right| \cdot 100\%$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Максимальное значение v не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

3.2.4 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью, c .

Рассчитать разницу выходного сигнала i_{30} , полученного на 30 с и i_{300} , полученного на 300 с после приложения или снятия максимальной силы, выразить эту разницу в процентах от максимального отклонения по формуле:

$$c = \left| \frac{i_{300} - i_{30}}{X_N} \right| \cdot 100\%$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Максимальное значение c не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

3.2.5 Определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией, f_c .

Для каждой ступени нагружения относительную погрешность градуировочной характеристики рассчитывают по формуле:

$$f_c = \frac{\bar{X}_r - X_a}{X_a} \cdot 100\%$$

где \bar{X}_r по п. 4.2.1;

X_a - значение, рассчитанное по градуировочной характеристике $X_a = X_a(F_i)$, где F_i - приложенная эталонная сила.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Полученное значение f_c не должно превышать значений, указанных в таблице 2.

Примечание: полученные значения отклонений характеризуют временную нестабильность показаний за интервал между поверками.

3.2.6 Оценка относительной погрешности

Доверительная относительная погрешность, т.е. интервал, в котором с вероятностью 0,95 лежит значение погрешности оценивается по формуле:

$$\hat{f}_c \pm W$$

где \hat{f}_c - максимальное полученное значение относительной погрешности градуировочной характеристики;

W - относительная расширенная неопределенность определения погрешности градуировочной характеристики рассчитанная для каждой нагрузки по формуле:

$$W = k \cdot w_c$$

$$w_c = \sqrt{w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + w_4^2 + w_5^2 + w_6^2}$$

где $k = 2$, для уровня доверия 0,95;

w_1 - относительная стандартная неопределенность, связанная с приложенной эталонной силой;

$$w_2 = \frac{1}{|\bar{X}_r|} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1,3,5} (X_i - \bar{X}_r)^2} \cdot 100\% - \text{относительная стандартная неопределенность,}$$

связанная с воспроизводимостью результатов измерений;

$$w_3 = \frac{b'}{\sqrt{3}} - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с повторяемостью}$$

результатов измерений;

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{r}{F} \cdot 100\% - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с разре-}$$

шающей способностью индикатора, где F - показания при приложенной нагрузке, r - разрешающая способность, равная дискретности отсчетного устройства;

$$w_5 = \frac{\nu}{3\sqrt{3}} - \text{относительная стандартная неопределенность, связанная с гистерезисом,}$$

учитывается, если поверка проводилась при возрастающей и убывающей нагрузках;

$w_5 = \frac{c}{\sqrt{3}}$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с ползучестью, учи-

тывается, если поверка проводилась только при возрастающей нагрузке;

$w_6 = f_0$ – относительная стандартная неопределенность, связанная с дрейфом нуля.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

Полученный интервал не должен выходить за пределы относительной погрешности, что выражается неравенством:

$$|\hat{f}_c| + W \leq \delta ,$$

где δ – пределы относительной погрешности, %

Строится график зависимости δ от силы методом наименьших квадратов по всем точкам данных.

При превышении пределов допускаемой относительной погрешности, датчик может быть подвергнут внеочередной поверке после построения новой градуировочной характеристики. В этом случае интервал между поверками может быть сокращен.

Метрологические характеристики:

Таблица 2

Класс точности	Предельные значения, %, не более						
	допускаемой относительной погрешности	b	b'	f_c	f_0	v	c
00	$\pm 0,06$	0,05	0,025	$\pm 0,025$	$\pm 0,012$	0,07	0,025
0,5	$\pm 0,12$	0,10	0,05	$\pm 0,05$	$\pm 0,025$	0,15	0,05
1	$\pm 0,24$	0,20	0,10	$\pm 0,10$	$\pm 0,050$	0,30	0,10
2	$\pm 0,45$	0,40	0,20	$\pm 0,20$	$\pm 0,10$	0,50	0,20

4 Оформление результатов поверки

4.1 Положительные результаты первичной и периодической поверок оформляют выдачей свидетельства о поверке и протоколов поверки. В свидетельстве о поверке указываются действительные значения доверительной погрешности в соответствующем диапазоне измерений и уравнение зависимости доверительной относительной погрешности от измеряемой силы, также приводится градуировочная характеристика в форме зависимости показаний от измеряемой силы и обратной функции для вычисления значений силы по показаниям датчика. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

4.2 Датчик, не удовлетворяющий установленным требованиям, к выпуску и применению не допускают и выдают извещение о непригодности в установленном порядке.

