

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»

  
Никитин А.С.  
«23» 10 2016 г.



## **ДАТЧИКИ СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНЫЕ СЕРИИ С**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП АПМ 59-16

г. Москва  
2016 г.

Настоящая методика поверки распространяется на датчики силоизмерительные тензорезисторные серии С (далее - датчики), производства «Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH», Германия и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 1 год.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Средства поверки и их метрологические характеристики
1. Внешний осмотр	6.1	Эталоны не применяются
2. Опробование	6.2	Машина силовоспроизводящая 1-го разряда по ГОСТ 8.640-2014
3. Определение метрологических характеристик	6.3	
4. Определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью и повторяемостью показаний	6.3.1	
5. Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом	6.3.2	
6. Определение составляющей погрешности, связанной с нелинейностью	6.3.3	
7. Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью	6.3.4	

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

1.2 Средства измерений, применяемые при поверке должны быть поверены и иметь действующие свидетельства.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы, имеющие достаточные знания и опыт работы с датчиками, аттестованные на право выполнения поверочных работ.

## 3. ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемые датчики, а также на используемое поверочное, испытательное и вспомогательное оборудование.

## 4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, % 30 - 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84 - 106,7 (640 - 800).

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Операции по всем пунктам настоящей методики проводят при любом сочетании значений влияющих факторов, соответствующих рабочим условиям эксплуатации поверяемых датчиков. Температура во время поверки не должна изменяться более чем на ± 2°С.

5.2 Для надежного выравнивания температуры датчика и окружающего воздуха, датчик и средства поверки должны быть доставлены на место поверки не менее чем за 12 часов до ее начала.

5.3 Временные интервалы между двумя последовательными нагружениями должны быть по возможности одинаковыми.

5.4 Перед проведением поверки датчик необходимо прогреть в течение 30 минут.

5.5 Регистрировать показания следует не ранее, чем через 30 секунд от начала измерения.

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1. Внешний осмотр

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

### 6.2. Опробование

6.2.1. Проверку стабильности показаний поверяемого датчика осуществляют 30-ти минутным обжатием при номинальной нагрузке. Выходной сигнал с датчика должен быть стабилен до второго десятичного знака на всем протяжении времени.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

Перед проведением измерений датчик нагружают максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие) и выдерживают в течение 30 минут. Разгружают датчик. Затем датчик нагружают три раза номинальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие). Продолжительность приложения каждого предварительного нагружения должна составлять от 1 минуты до 1,5 минут. Интервал между последовательными сериями измерений должен составлять не менее 3 минут.

Затем датчик разгружают и проводят проверку и регистрацию нулевого сигнала ненагруженного датчика. Монотонный длительный дрейф показаний указывает на дефект крепления датчика или существенное влияние влажности на процесс поверки.

Нагружают датчик в одном положении от НмПИ до НПИ двумя сериями из восьми ступеней силы только с возрастающими значениями эталонной силы. Регистрируют соответствующие показания датчика в закрепленном положении [0]. Затем разгружают полностью датчик и нагружают номинальной силой. Снова разгружают датчик.

Нагружают датчик от НмПИ до НПИ двумя сериями эталонных сил только с возрастающими значениями, при одном положении датчик 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  $120^0$  и  $240^0$  (рисунок 1) относительно первоначального положения. Регистрируют соответствующие показания датчика  $X_3, X_5$  (при нагружении) и  $X_4, X_6$  (при разгрузении).

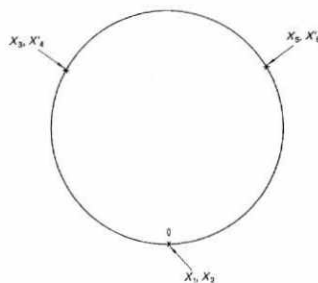


Рисунок 1.

Рисунок 1 – Схема последовательного крепления датчика на эталонной машине

Ступени при нагружении, по возможности, должны быть равномерно распределены по диапазону измерений датчика.

После полного разгружения датчика, нулевые показания следует регистрировать после 30 секундного ожидания.

Не менее 1 раза за время испытаний датчик должен быть разъединен с переходными деталями оснастки и заново собран. Рекомендуется делать это между второй и третьей серией нагружения силы.

При проведении испытаний проводится регистрация температуры. Она должна соответствовать диапазону от плюс 18°C до плюс 28°C и меняться в течении всего цикла поверки не более чем на  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Перед определением составляющих погрешности на любом этапе поверки для определения характеристики ползучести показаний необходимо зарегистрировать показания через 30 и 300 секунд после приложения номинальной нагрузки. Данные измерения проводятся только для возрастающей нагрузки.

### 6.3.1 Определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью и повторяемостью показаний

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

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

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

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

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

где  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  – максимальное (минимальное) изменение показаний, вызванное приложением силы серий 1, 3, 5;  
 $\bar{X}_r$  – среднее значение измерений показаний, вызванных приложением силы при вращении;  
 $\bar{X}_{wr}$  – среднее значение измерений показаний, вызванных приложением силы без вращения;

Полученные значения  $b$  и  $b'$  не должны превышать установленных пределов, указанных в Приложении 1 к данной методике поверки.

### 6.3.2 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом

Составляющая погрешности, связанная с гистерезисом определяется при сериях нагружений с возрастающими силами и затем с уменьшающимися значениями силы.

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

$$v_1 = \left| \frac{X_4 - X_3}{X_3} \right| \cdot 100\%, \quad v_2 = \left| \frac{X_6 - X_5}{X_5} \right| \cdot 100\%.$$

где  $v$  – среднее значение между  $v_1$  и  $v_2$

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

Максимальное значение гистерезиса  $v$  не должно превышать значений, указанных в Приложении 1 к данной методике поверки.

### 6.3.3 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью

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

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

Максимальное значение ползучести  $c$  не должно превышать значений, указанных в Приложении 1 к данной методике поверки.

### 6.3.4. Составляющая погрешности, связанная с нелинейностью

Нелинейность поверяемого датчика на  $i$ -ой ступени нагружения определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{нел}i} = \frac{\bar{K}_i - K_p}{K_{\text{ном}}} \cdot 100$$

где:  $\gamma_{\text{нел}i}$  – составляющая погрешности, связанная с нелинейностью датчика на  $i$ -ой ступени нагружения, %;

$\bar{K}_i$  - среднее значение выходного сигнала на  $i$ -ой ступени нагружения, мВ/В;

$K_{\text{ном}}$  – максимальное значение выходного сигнала при номинальной нагрузке, мВ/В;

$K_p$  – расчетное значение выходного сигнала на  $i$ -ой ступени нагружения, мВ/В,

определяется как:

$$K_p = \frac{P_i \cdot K_{\text{ном}}}{P_{\text{ном}}}$$

где:  $P_i$  – усилие, создаваемое силовоспроизводящей машиной на  $i$ -ой ступени нагружения, кН;

$P_{\text{ном}}$  – номинальное усилие, создаваемое силовоспроизводящей машиной, кН;

Максимальное значение составляющей погрешности, связанной с нелинейностью  $\gamma_{\text{нел}}$  не должно превышать значений, указанных в Приложении 1 к данной методике поверки.

Если требования по любому из п.п.6.3.1., 6.3.2., 6.3.3, 6.3.4 не выполняются, датчик признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки на любом из этапов не производят.

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

7.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной

ленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и / или поверительного клейма.

7.3. При отрицательных результатах поверки датчик силоизмерительный тензорезисторный признается непригодным к применению и выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель лаборатории 2301  
ФГУП «ВНИИМ им. Менделеева»



Остривной А.Ф.

Руководитель отдела  
ООО «Автопрогресс-М»



Саморуков А.А.

Приложение 1

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение					
	С2		С4		С9	
Модификация						
Номинальное усилие $F_{ном}$ , кН	0,50	1,00 2,00 5,00 10,00 20,00 50,00 100,00 200,00	20,00 50,00 100,00 200,00	500,00	0,05 0,10 0,20	0,50 1,00 2,00 5,00 10,00 20,00 50,00
Номинальный выходной сигнал при $F_{ном}$ , мВ/В	2±0,2 %				1±1,0 %	
Составляющая погрешности, связанная с воспроизводимостью показаний $b$ , %	0,1		0,1	0,3	0,2	
Составляющая погрешности, связанная с повторяемостью показаний $b'$ , %	0,1		0,1	0,3	0,2	
Составляющая погрешности, связанная с гистерезисом $v$ , %	0,2 <sup>1)</sup>	0,15 <sup>1)</sup>	0,1 <sup>2)</sup>	0,3 <sup>2)</sup>	0,2 <sup>1)</sup>	
Составляющая погрешности, связанная с нелинейностью $\gamma_{нел}$ , %	±0,20	±0,10	±0,02	±0,03	±0,20	
Составляющая погрешности, связанная с ползучестью $c$ , %	0,60		0,02		0,2	0,1
<sup>1)</sup> – при $0,5 \cdot F_{ном}$ <sup>2)</sup> – при $0,2 \cdot F_{ном}$ до $F_{ном}$						

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение							
	С10				С18			С6
Модификация								
Номинальное усилие $F_{ном}$ , кН	2,5	25,0	250,0	1000,0	10,0	2000,0	5000,0	200,0
	5,0	50,0	500,0		20,0	3000,0		500,0
	10,0	100,0			50,0			1000,0
					100,0			2000,0
					200,0			5000,0
					300,0			
					500,0			
					1000,0			
Номинальный выходной сигнал при $F_{ном}$ , мВ/В	$2 \pm 0,1$ %	$4 \pm 0,1$ %			$2 \pm 0,2$ %			$2 \pm 2,5$ %
Составляющая погрешности, связанная с воспроизводимостью показаний $b$ , %	0,025				0,08			0,1
Составляющая погрешности, связанная с повторяемостью показаний $b'$ , %	0,025				0,04			0,1
Составляющая погрешности, связанная с гистерезисом $v$ , %	$0,075^{3)}$	$0,10^{3)}$	$0,125^{3)}$	$0,150^{3)}$	$0,080^{4)}$			$0,800^{3)}$
Составляющая погрешности, связанная с нелинейностью $\gamma_{нел}$ , %	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$		$\pm 0,06$	$\pm 0,05$			$\pm 1,00$
Составляющая погрешности, связанная с ползучестью $c$ , %	0,040	0,025			0,030			0,060
<sup>3)</sup> – при $0,4 \cdot F_{ном}$ <sup>4)</sup> - при $0,2 \cdot F_{ном}$ до $F_{ном}$								



