

712.25003.0688

1

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»

32 ГНИИ МО РФ

А.Ю. Кузин

« 28 » 12 2007 г.

ДАТЧИКИ УСИЛИЙ**Методика поверки****712.25003.0688****2007 г.**

Дубл.	Взам.	Подп.

					Разраб.			
					Провер.			
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	Н.Контр.			

ТИ

				712.25003.0688				2	

Содержание

1	Введение	3
2	Операции поверки	4
3	Средства поверки	5
4	Требования безопасности	7
5	Условия поверки	7
6	Проведение поверки и обработка результатов измерений	8
7	Оформление результатов поверки	19
Приложение А (обязательное) Форма протокола поверки датчика		
	усилий	20
	Ссылочные нормативные документы	23
	Лист согласований	24

Дубл.	Взам.	Подп.

					Разраб.			
					Провер.			
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	Н.Контр.			
ТИ								

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Настоящая методика поверки (далее методика) распространяется на тензометрические датчики усилий (далее датчики) типа 154.66.055.00.00.000, 154.92.063.00.00.000, 154.92.045.00.00.000, 154.7870-1001, ЗЛ-70.0430-200, 92.23.92.031.00.00.000, ТДС и устанавливает технические требования к первичной и периодической поверке этих датчиков.

Методика разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002.

Поверка должна проводиться лицами, обученными работе на силоизмерительных машинах и аттестованными в качестве поверителей в соответствии с требованиями ПР 50.2.012-94.

Межповерочный интервал датчиков – 12 мес.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	6.1	+	+
Измерение электрического сопротивления изоляции	6.2	+	+
Измерение электрического сопротивления диагоналей мостовой схемы датчика с контактов: 1, 3 2, 4	6.3	+	+
Измерение электрического сопротивления между корпусом датчика и корпусом соединителя	6.4	+	+
Проверка полярности сигнала при растягивающем усилии	6.5	+	+
Определение градуировочной характеристики датчика	6.6	+	+
Определение чувствительности датчика	6.7	+	-
Проверка начального разбаланса мостовой схемы датчика	6.8	+	+
Определение погрешности от нелинейности градуировочной характеристики	6.9	+	+
Определение вариации выходного сигнала	6.10	+	+
Определение погрешности от ориентации датчика	6.11	+	+
Определение основной приведенной погрешности	6.12	+	+

3 Средства поверки

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2	Мегаомметр любого типа с измерительным напряжением 100 В, класса точности не ниже 10

ТИ

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible]

			Дата			712.25003.0688	5
			Подпись				
			№ докум.				
			Лист				
			Изм.				

4.2 При проведении поверки соблюдать правила производственной санитарии и охраны окружающей среды.

5 Условия поверки

Поверку датчика проводить в нормальных климатических условиях:

- при температуре окружающей среды от плюс 15 до плюс 35 °С;
- при относительной влажности от 45 до 80 %.

6 Проведение поверки

Технические характеристики датчика должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3.

Результаты поверки должны быть занесены в протокол, форма которого приведена в приложении А.

Таблица 3

Техническая характеристика	Значение параметра
1 Электрическое сопротивление изоляции, $R_{из}$, МОм, не менее	100
2 Электрическое сопротивление диагоналей мостовой схемы датчика, измеренное с контактов: 1, 3, R_{1-3} , Ом	800 ± 80 700 ± 50 400 ± 40 200 ± 40
2, 4, R_{2-4} , Ом	800 ± 80 700 ± 50 400 ± 40 200 ± 40
3 Электрическое сопротивление между корпусом датчика и корпусом соединителя, $R_{д-с}$, Ом, не более	1
4 Полярность сигнала при растягивающем усилии	Отклонение указателя микроамперметра Ф 195 влево от нулевого положения
5 Чувствительность, y , мВ/В	± (1,5...1,8)
6 Начальный разбаланс мостовой схемы датчика, ϕ_0 , %, не более	20
7 Погрешность от нелинейности градуировочной характеристики, γ_n , %, не более	± 1,5
8 Вариация выходного сигнала, γ_v , %, не более	± 1,5
9 Погрешность от ориентации датчика, γ_0 , %, не более	± 1,0
10 Основная приведенная погрешность γ , %, не более	± 2,5

Дубл. Взам. Подп.

Примечание - Значения параметров 7, 8, 9, 10 приведены как для сжимающих, так и для растягивающих усилий.

ТИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить отсутствие механических повреждений.

6.2 Измерение электрического сопротивления изоляции

Электрическое сопротивление изоляции датчика измерять мегаомметром с рабочим напряжением 100 В, класса точности не ниже 10, путем подключения мегаомметра к каждому из контактов соединителя датчика и корпусу датчика.

Результат поверки считать положительным, если измеренное значение электрического сопротивления изоляции составляет не менее 100 МОм. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.3 Измерение электрического сопротивления диагоналей мостовой схемы датчика

Электрическое сопротивление диагоналей мостовой схемы датчика измерять омметром цифровым Ц306-1 путем поочередного подключения к контактам 1, 3 и 2, 4 соединителя датчика.

Результат поверки считать положительным, если измеренные значения сопротивления диагоналей мостовой схемы соответствуют значениям, указанным в паспорте на датчик и значениям, приведенным в п. 2 таблицы 3. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.4 Измерение электрического сопротивления между корпусом датчика и корпусом соединителя

Электрическое сопротивление между корпусом датчика и корпусом соединителя измерять омметром цифровым Ц306-1 путем его подключения к корпусу датчика и корпусу соединителя.

Результат поверки считать положительным, если измеренное значение электрического сопротивления между корпусом датчика и корпусом соединителя составляет не более 1 Ом. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.5 Проверка полярности сигнала при растягивающем усилии

Для проверки полярности выходного сигнала датчика собрать схему в соответствии с рисунком 1, установить датчик в задатчик усилий ОСМ-2-100-5М или динамометр образцовый ДО-2-5 и приложить к датчику небольшое растягивающее усилие, вызывающее отклонение указателя микроамперметра на несколько делений измерительной шкалы влево от нулевого положения.

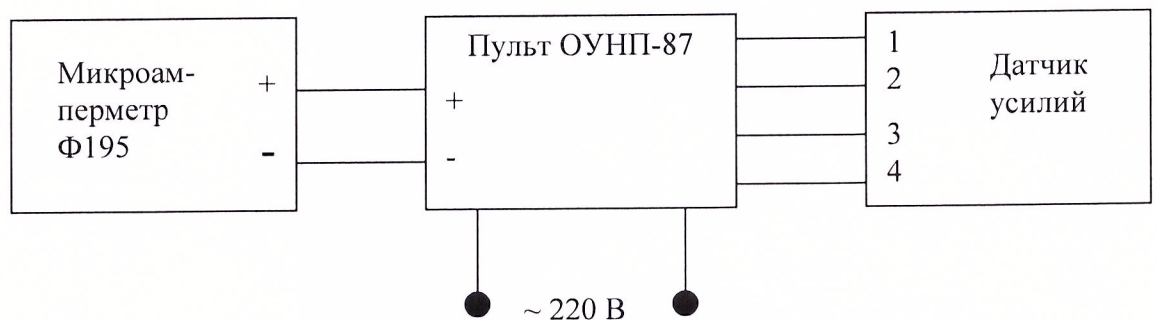


Рисунок 1

Схема для проверки полярности сигнала при растягивающем усилии

712.25003.0688

7

6.6 Определение градуировочной характеристики датчика

Произвести градуировку датчика путем его нагружения с помощью динамометра образцового ДО-2-5 или машины силоизмерительной ОСМ-2-100-5М путем определения градуировочных сопротивлений, соответствующих нагрузочным усилиям. Датчик нагружать усилием R_{ki} по ступеням через $0,2 R_{ном}$ согласно таблице 4.

Прямому ходу нагружения датчика соответствует увеличение усилия, обратному ходу – уменьшение этого усилия.

Градуировку датчика производить по прямому и обратному ходу отдельно при растягивающих и сжимающих усилиях.

Таблица 4

Направление усилия	Усилие градуировочных ступеней R_{ki} , кН (кгс)	Значение градуировочного сопротивления, кОм					
		прямой ход		обратный ход		среднее значение	
		обозначение	значение	обозначение	значение	обозначение	значение
Растягивающее усилие	0	—		$R_{к1}^{обр}$		—	
	$0,2 \cdot R_{ном}$	$R_{к1}^{пр}$		$R_{к2}^{обр}$		$R_{к1ср}$	
	$0,4 \cdot R_{ном}$	$R_{к2}^{пр}$		$R_{к3}^{обр}$		$R_{к2ср}$	
	$0,6 \cdot R_{ном}$	$R_{к3}^{пр}$		$R_{к4}^{обр}$		$R_{к3ср}$	
	$0,8 \cdot R_{ном}$	$R_{к4}^{пр}$		$R_{к5}^{обр}$		$R_{к4ср}$	
	$R_{ном}$	$R_{к5}^{пр}$		—		$R_{к5ср}$	
Сжимающее усилие	0	—		$R_{к1}^{обр}$		—	
	$0,2 \cdot R_{ном}$	$R_{к1}^{пр}$		$R_{к2}^{обр}$		$R_{к1ср}$	
	$0,4 \cdot R_{ном}$	$R_{к2}^{пр}$		$R_{к3}^{обр}$		$R_{к2ср}$	
	$0,6 \cdot R_{ном}$	$R_{к3}^{пр}$		$R_{к4}^{обр}$		$R_{к3ср}$	
	$0,8 \cdot R_{ном}$	$R_{к4}^{пр}$		$R_{к5}^{обр}$		$R_{к4ср}$	
	$R_{ном}$	$R_{к5}^{пр}$		—		$R_{к5ср}$	

6.6.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2 и установить датчик в задатчик усилия (динамометр образцовый ДО-2-5 или машину силоизмерительную ОСМ-2-100-5М). Подать переменное напряжение 220 В на пульт ОУНП-87, прогреть его в течение 15 мин и установить на пульте постоянное напряжение питания датчиков ($12 \pm 1,2$) В. Сбалансировать мостовую схему ненагруженного датчика, вращая ручки «БАЛАНСИРОВКА», «ГРУБО», «ТОЧНО» на пульте согласно ОУНП-87 ТО. Нагрузить датчик усилием R_{ki} и, изменяя сопротивление пульта ОУНП-87 с помощью переключателей, определить значение градуировочного сопротивления R_{ki} , соответствующее значению нагружающего усилия.

ТИ

712.25003.0688

8

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

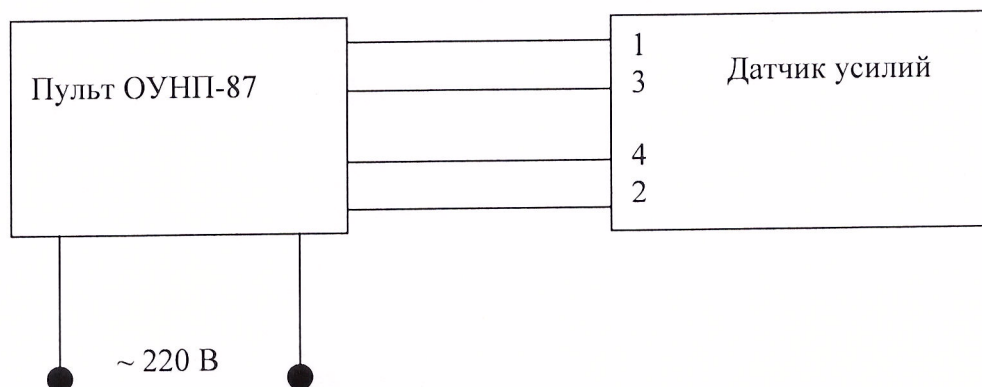


Рисунок 2 - Схема определения градуировочной характеристики датчика

6.6.2 Вычислить для каждой градуировочной ступени, кроме $R_{ки} = P_{ном}$, среднее арифметическое значение градуировочного сопротивления $R_{ки\text{ ср.}}$ по формуле:

$$R_{ки\text{ ср.}} = \frac{R_{ки}^{\text{пр}} + R_{ки}^{\text{обр}}}{2}, \quad (1)$$

где $R_{ки\text{ ср.}}$ — среднее арифметическое значение градуировочного сопротивления для i -той градуировочной ступени, кОм;

$R_{ки}^{\text{пр}}, R_{ки}^{\text{обр}}$ — значения градуировочных сопротивлений для i -той градуировочной ступени прямого и обратного хода, кОм.

Значения градуировочных сопротивлений $R_{ки\text{ ср.}}$ занести в градуировочную таблицу протокола поверки.

6.7 Определение чувствительности датчика

Собрать схему в соответствии с рисунком 3 и установить датчик в задатчик усилия (динамометр образцовый ДО-2-5 или машину силоизмерительную ОСМ-2-100-5М). Подать переменное напряжение 220 В на пульт ОУНП-87, прогреть его в течение 15 мин и установить на пульте постоянное напряжение питания датчиков $(12 \pm 1,2)$ В. Сбалансировать мостовую схему ненагруженного датчика, вращая ручки «БАЛАНСИРОВКА», «ГРУБО», «ТОЧНО» на пульте согласно ОУНП-87 ТО.

Дубл.
Взам.
Подп.

ТИ

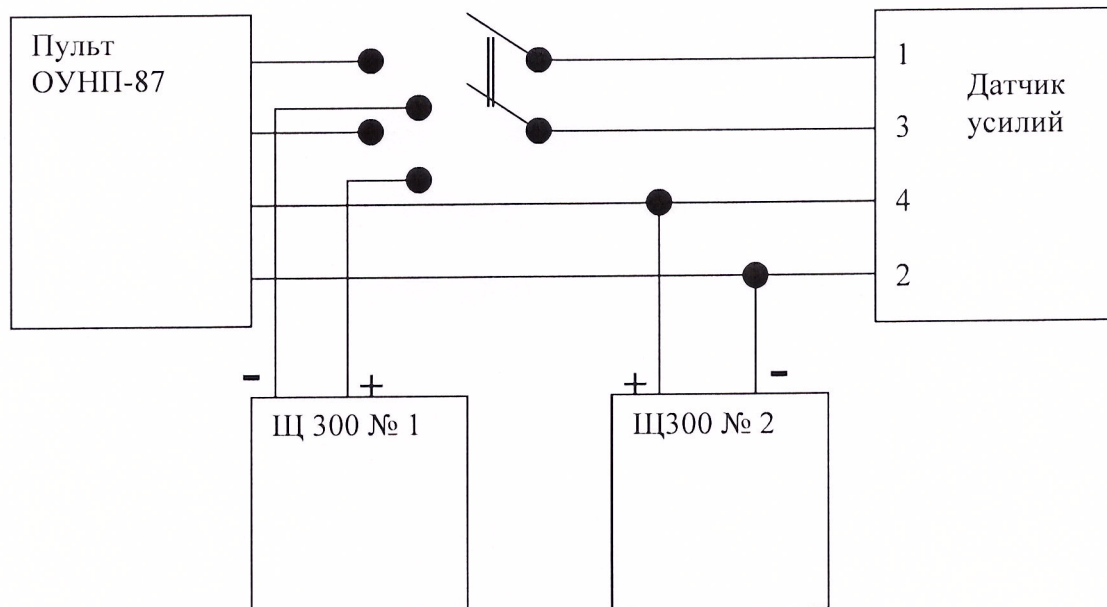


Рисунок 3

Схема определения чувствительности датчика

При растягивающих усилиях переключатель пульта установить в положение «1», при сжимающих – в положение «3».

6.7.1 Используя универсальные комбинированные приборы Щ300 № 1, Щ300 № 2, определить приведенное значение выходного сигнала по напряжению.

Для каждой градуировочной точки подключать прибор Щ300 № 2 к контактам 1 и 3, отключая их тем самым от пульта ОУНП-87. (Контакт 3 при этом подключается к клемме «+ Вход», а контакт 1 к клемме «- Вход» прибора Щ300).

Измерить прибором Щ300 № 2 значение выходного напряжения, учитывая знак «плюс» или «минус».

6.7.2 Для каждой градуировочной точки вычислить значение чувствительности отдельно для прямого и обратного хода с точностью до 0,001 мВ/В по формулам:

$$y_i^{\text{пр}} = \frac{U_{i \text{ вых}}^{\text{пр}}}{U_{i \text{ пит}}^{\text{пр}}}; \quad (2)$$

$$y_i^{\text{об}} = \frac{U_{i \text{ вых}}^{\text{об}}}{U_{i \text{ пит}}^{\text{об}}}, \quad (3)$$

где $y_i^{\text{пр}}$, $y_i^{\text{об}}$ – значение чувствительности для прямого и обратного хода соответственно, мВ/В;

$U_{i \text{ пит}}^{\text{пр}}$, $U_{i \text{ пит}}^{\text{об}}$ – напряжение питания для прямого и обратного хода соответственно, В;

$U_{i \text{ вых}}^{\text{пр}}$, $U_{i \text{ вых}}^{\text{об}}$ – выходное напряжение при прямом и обратном ходе соответственно, мВ.

Вычислить среднее значение чувствительности для каждой из градуировочных точек по формуле:

$$y_{i\text{ср}} = \frac{y_i^{\text{пр}} + y_i^{\text{об}}}{2}; \quad (4)$$

Вычислить среднее значение чувствительности для нулевой градуировочной точки по формуле:

$$y_{0\text{ср}} = \frac{(y_0^{\text{пр}} + y_0^{\text{об}})^{\text{раст}} + (y_0^{\text{пр}} + y_0^{\text{об}})^{\text{сжим}}}{4}, \quad (5)$$

где $(y_0^{\text{пр}} + y_0^{\text{об}})^{\text{раст}}$ - сумма значений чувствительности для нулевой точки при градуировке в направлении растягивающего усилия;

$(y_0^{\text{пр}} + y_0^{\text{об}})^{\text{сжим}}$ - сумма значений чувствительности для нулевой точки при градуировке в направлении сжимающего усилия.

П р и м е ч а н и е – Допускается совмещать определение градуировочной характеристики и чувствительности датчика.

Результат поверки считать положительным, если измеренное значение чувствительности датчика находится в пределах $\pm (1,5 \dots 1,8)$ мВ/В. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.8 Проверка начального разбаланса мостовой схемы датчика

Начальный разбаланс φ_0 мостовой схемы датчика измерять с помощью пульта ОУНП-87.

Собрать схему согласно рисунку 2.

Переключателями “КАЛИБРОВОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ” на пульте ОУНП-87 сбалансировать (при выключенном положении тумблера “БАЛАНСИРОВКА”) мостовую схему датчика согласно разделу 5 ОУНП-87 ТО.

Значение начального разбаланса φ_0 подсчитать по формуле:

$$\varphi_0 = \frac{R_{\text{кп}}}{R_{\text{к сум}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где φ_0 – начальный разбаланс, %;

$R_{\text{кп}}$ – градуировочное сопротивление, соответствующее усилию $P_{\text{ном}}$ градуировочной характеристики датчика, кОм;

$R_{\text{к сум}}$ – полученное на пульте суммарное значение градуировочного сопротивления, характеризующее значение начального разбаланса мостовой схемы датчика, кОм.

Результат поверки считать положительным, если измеренное значение начального разбаланса мостовой схемы датчика не превышает 20 %. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

6.9 Определение погрешности от нелинейности градуировочной характеристики

Погрешность нелинейности градуировочной характеристики γ_n для каждой градуировочной ступени отдельно при растягивающих и сжимающих усилиях рассчитать по формуле:

$$\gamma_n = \pm \frac{1}{2 \cdot 5} \left(\sum_1^5 |\gamma_{ni}^{пр}| + \sum_1^5 |\gamma_{ni}^{обр}| \right), \quad (7)$$

где γ_n – погрешность нелинейности градуировочной характеристики, %;
 5 – число градуировочных ступеней;
 $\gamma_{ni}^{пр}$ – погрешность нелинейности для каждой градуировочной ступени при прямом ходе, %;
 $\gamma_{ni}^{обр}$ – погрешность нелинейности для каждой градуировочной ступени при обратном ходе, %;

P_{ki} – усилие, соответствующее i -той калибровочной ступени.

$$\gamma_{ni}^{пр} = \left(\frac{R + R_{кП}}{R + R_{ки}^{пр}} - \frac{P_{ки}}{P_{ном}} \right) \cdot 100; \quad (8)$$

$$\gamma_{ni}^{обр} = \left(\frac{R + R_{кП}}{R + R_{ки}^{обр}} - \frac{P_{ки}}{P_{ном}} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где $R_{ки}^{пр}$, $R_{ки}^{обр}$ – градуировочные сопротивления, определяемые для i -той градуировочной ступени при прямом и обратном ходах, кОм;

R – электрическое сопротивление тензорезистора мостовой схемы датчика, равное 0,8 кОм – для восьмисотомных датчиков, 0,7 кОм – для семисотомных датчиков, 0,4 кОм – для четырехсотомных датчиков и 0,2 кОм – для двухсотомных датчиков.

Результат поверки считать положительным, если значение погрешности от нелинейности градуировочной характеристики находится в пределах $\pm 1,5$ %. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.10 Определение вариации выходного сигнала

Вариацию γ_r выходного сигнала для каждой градуировочной ступени отдельно при растягивающих и сжимающих усилиях определить по формулам:

$$\gamma_{ri} = \frac{\gamma_{ni}^{пр} - \gamma_{ni}^{обр}}{2}; \quad (10)$$

$$\gamma_r = \pm \frac{1}{5} \sum_1^5 |\gamma_{ri}|, \quad (11)$$

где γ_r – вариация выходного сигнала, %;
 γ_{ri} – вариация для i -той градуировочной ступени, %;
 $\gamma_{ni}^{пр}$, $\gamma_{ni}^{обр}$ – значение погрешности нелинейности для i -той градуировочной ступени прямого и обратного хода, %;
 5 – число градуировочных ступеней.

ТИ

Результат поверки считать положительным, если значение вариации выходного сигнала датчика не превышает $\pm 1,5\%$. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.11 Определение погрешности от ориентации датчика

Для определения погрешности выходного сигнала датчика от ориентации измерение градуировочного сопротивления $R_{кп}$ провести три раза отдельно при растягивающих и сжимающих усилиях.

Собрать схему согласно рисунку 2. Установить датчик в задатчик усилия (динамометр образцовый ДО-2-5 или машину силоизмерительную ОСМ-2-100-5М).

Сбалансировать мостовую схему, нагрузить датчик усилием $P_{ном}$ и по суммарному показанию переключателей пульта ОУНП-87 “КАЛИБРОВОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ” определить $R_{кп}^I$. Снять нагрузку с датчика.

Повернуть датчик по часовой стрелке вокруг его продольной оси на 120° относительно его первоначального положения при градуировке.

Снова сбалансировать мостовую схему, нагрузить датчик усилием $P_{ном}$ и по суммарному показанию переключателей пульта ОУНП-87 “КАЛИБРОВОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ” определить значение $R_{кп}^{II}$. Снять нагрузку с датчика.

Повернуть датчик по часовой стрелке на 240° относительно первоначального положения и аналогичным образом определить значение $R_{кп}^{III}$. Снять нагрузку с датчика.

Вычислить номинальное градуировочное сопротивление при растягивающих и сжимающих усилиях по формуле:

$$R_{ном} = \frac{R_{кп}^I + R_{кп}^{II} + R_{кп}^{III}}{3}, \quad (12)$$

где $R_{ном}$ — номинальное градуировочное сопротивление датчика, кОм;

$R_{кп}$ — градуировочное сопротивление, соответствующее усилию $P_{ном}$ градуировочной характеристики, кОм;

$R_{кп}^I$, $R_{кп}^{II}$, $R_{кп}^{III}$ — значения градуировочного сопротивления в первоначальном положении и при повороте датчика на 120° и 240° вокруг продольной оси относительно первоначального положения, кОм.

Значения $R_{ном}$, занести в протокол поверки с точностью до первого знака после запятой.

Погрешность выходного сигнала датчика от ориентации отдельно при растягивающих и сжимающих усилиях определить по формулам:

$$\gamma_0 = \pm \frac{1}{3} \sum |\gamma_{0j}|; \quad (13)$$

$$\gamma_{0j} = \frac{R_{ном} - R_{кп}^j}{R_{ном}} \cdot 100, \quad (14)$$

где γ_0 — погрешность выходного сигнала датчика от ориентации, %;

712.25003.0688

13

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

γ_{0j} – погрешность выходного сигнала датчика от ориентации, соответствующая j-тому положению датчика;

$R_{\text{ном}}$ – номинальное градуировочное сопротивление датчика, кОм;

$R_{\text{кп}}^j$ – значение градуировочных сопротивлений в первоначальном положении и при повороте датчика на 120° и 240° относительно первоначального положения.

Результат поверки считать положительным, если значение погрешности от ориентации датчика находится в пределах $\pm 1,0\%$. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

6.12 Определение основной приведенной погрешности

Основную приведенную погрешность γ датчика отдельно при растягивающих и сжимающих усилиях определить по формуле:

$$\gamma = \pm \sqrt{\gamma_n^2 + \gamma_r^2 + \gamma_0^2 + \beta^2}, \quad (15)$$

где γ – основная приведенная погрешность, %;

γ_n – погрешность от нелинейности, %;

γ_r – вариация, %;

γ_0 – погрешность выходного сигнала датчика от ориентации, %;

β – погрешность задатчика усилия, %.

Результат поверки считать положительным, если значение основной приведенной погрешности датчика находится в пределах $\pm 2,5\%$. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт.

7 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки на датчик оформляется свидетельство о поверке установленной формы. На оборотной стороне свидетельства помещают градуировочную таблицу из протокола поверки.

В случае отрицательных результатов поверки на датчики выдается извещение о непригодности, с указанием причин забракования.

Заместитель начальника отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



Р.А. Родин

Научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



С.Н. Чурилов

Дубл.
Взам.
Подп.

ТИ

712.25003.0688

14

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

Приложение А
(обязательное)**ПРОТОКОЛ № _____ от _____**поверки датчика усилий тензорезисторного _____
(тип, номер датчика)**Средства поверки:**

Наименование	Тип	Номер

Условия поверки:

Температура окружающей среды _____ °С.

Относительная влажность воздуха _____ %.

Результаты поверки:

Наименование операции поверки	Обозначение параметра	Требуемое значение параметра	Действительное значение параметра
1 Внешний осмотр	-	-	
2 Измерение электрического сопротивления изоляции, МОм, не менее	$R_{из}$	100	
3 Измерение электрического сопротивления диагоналей мостовой схемы датчика с контактов: 1, 3, Ом 2, 4, Ом	R_{1-3} R_{2-4}	800 ± 80 700 ± 50 400 ± 40 200 ± 40 800 ± 80 700 ± 50 400 ± 40 200 ± 40 (нужное подчеркнуть)	
4 Измерение электрического сопротивления между корпусом датчика и корпусом соединителя, Ом, не более	$R_{д-с}$	1	
5 Проверка полярности сигнала при растягивающем усилии	-	Отклонение стрелки микроамперметра влево от нулевого положения	
6 Определение чувствительности датчика, мВ/В	y	$\pm (1,5 \dots 1,8)$	

ТИ

ь				712.25003.0688	16
Дата					

Ссылочные нормативные документы

Обозначение	№ пункта, подпункта, перечисления, приложения
РМГ 51-2002	1
ПР 50.2.012-94	1
ПР 50.2.006-94	3

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ТИ