

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Российский Федеральный Ядерный Центр -  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
технической физики имени академика Е.И. Забабахина»  
(ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»)  
456770, г. Снежинск, Челябинской области, ул. Васильева д. 13  
Аккредитовано Росаккредитацией  
Аттестат аккредитации № RA.RU.311549 выдан 24.03.2016 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора завода  
по Производству №3  
АО «НПО «СПЛАВ»  
имени А.Н. Гагарина»  
Е.В. Корсуков



2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный метролог  
ФГУП «РФЯЦ ВНИИТФ»  
им. академика Е.И. Забабахина  
Е.В. Патокин



2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
ДАТЧИКИ СИЛЫ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ТПА-0,8  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
ТПА-0,8 МП

2020 г.

## Содержание

1 Операции и средства поверки .....	3
2 Требования к квалификации поверителей .....	4
3 Требования безопасности .....	4
4 Условия поверки.....	4
5 Подготовка к поверке.....	4
6 Проведение поверки.....	4
7.1 Внешний осмотр.....	4
7.2 Опробование .....	4
7.3 Определение метрологических характеристик датчика.....	5
8 Оформление результатов поверки .....	6
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки датчика .....	7

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок датчиков силы тензометрических ТПА-0,8 (далее по тексту датчики).

Поверку датчиков проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений.

Межповерочный интервал – 12 месяцев.

## 2 Операции и средства поверки

2.1 При первичной и периодической поверке датчиков должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

2.2 В случае получения отрицательных результатов при выполнении любой из операций, перечисленных в таблице 1, поверка прекращается до устранения выявленных неисправностей и несоответствий.

2.3 Перечень основных и вспомогательных средств поверки приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические характеристики средства поверки
Внешний осмотр	7.1	-
Опробование	7.2	-
Проверка электрического сопротивления изоляции датчика	7.2.1	Мегаомметр Ф4102/1-1М: Диапазон измерений от 0 до 2000 МОм при напряжении (100±5) В, предел приведенной погрешности ±1,5 %
Проверка сопротивления диагоналей мостовой схемы датчика	7.2.2	
Определение метрологических характеристик датчика	7.3	Эталон единицы силы 3 разряда с диапазоном задания силы от 0,05 до 100 кН доверительные границы относительной погрешности при P=0,95 составляют 0,2% Прибор для проверки вольтметров программируемый В1-13: Диапазон выходных напряжений от 1·10 <sup>-5</sup> до 1000 В; Дискретность установки напряжений 0,1 мВ Мультиметр АРРА503: Верхний предел измерений напряжения 40 мВ; Пределы допускаемой основной погрешности при (23 ± 5) °С - ±(0,0004·X + 40·к), где X – значение измеренной величины; к=1 мкВ – ед. мл. разряда. Верхние пределы диапазонов измерений сопротивления 4 кОм; Пределы допускаемой основной погрешности при (23 ± 5) °С – ±(0,002·X + 30·к), к=0,1 Ом – ед. мл. разряда.
Определение рабочего коэффициента передачи	7.3.1	
Определение систематической составляющей погрешности датчика $\gamma_c$	7.3.2	
Определение случайной составляющей погрешности датчика $\gamma_\sigma$	7.3.3	
Определение нелинейности функции преобразования датчика $U_{нел}$	7.3.4	
Оформление результатов поверки	8	

2.4 Средства измерений должны быть поверены в соответствии с требованиями действующих нормативных документов в области обеспечения единства измерений РФ.

2.5 Допускается применять другие средства поверки с техническими и метрологическими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность измерений и удовлетворяющих требованиям методики поверки.

### **3 Требования к квалификации поверителей**

3.1 Поверка датчиков осуществляется лицом, аттестованным в качестве поверителя и являющимся представителем метрологической службы, аккредитованной для проведения работ по поверке средств измерений данного вида.

### **4 Требования безопасности**

4.1 К работе с датчиками допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроизмерительными приборами, хорошо знакомые с принципом работы датчиков. А также имеющие удостоверение на право выполнения работ на электроустановках с напряжением до 1000 В.

### **5 Условия проведения поверки**

5.1 Поверку следует проводить в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность, %, не более (без конденсации влаги) 80.

### **6 Подготовка к поверке**

6.1 Подготовить средства измерений, применяемые при проведении поверки, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

### **7 Проведение поверки**

#### **7.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемого датчика требованиям паспорта;
- отсутствие загрязнений и механических повреждений, способных повлиять на работоспособность датчика;
- наличие четких маркировочных данных (обозначение датчика и его заводской номер).

#### **7.2 Опробование**

##### **7.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции датчика**

7.2.1.1 Электрическое сопротивление изоляции датчика измерять мегаомметром, путем подключения мегаомметра к любому из 4-х контактов каждой мостовой схемы датчика и корпусу датчика при напряжении постоянного тока 100 В.

7.2.1.2 Измеренное электрическое сопротивление изоляции  $R_{из}$  должно быть не менее 100 МОм.

##### **7.2.2 Проверка электрического сопротивления диагоналей мостовой схемы датчика**

7.2.2.1 Проверку электрического сопротивления диагоналей мостовой схемы провести согласно рисунку 6 и 7 инструкции по эксплуатации с помощью мегаомметра, подключаемого поочередно к соответствующим контактам 1-3 и 2-4 каждой мостовой схемы датчика.

7.2.2.2 Измеренные значения электрического сопротивления диагоналей мостовой схемы  $R$  датчика должны быть соответственно:

- для стержневого контура контакты 1-3  $R=(700 \pm 10)$  Ом (вилка 1);
- для стержневого контура контакты 2-4  $R=(737 \pm 10)$  Ом (вилка 1);
- для кольцевого контура контакты 1-3  $R=(700 \pm 10)$  Ом (вилка 2);
- для кольцевого контура контакты 2-4  $R=(740 \pm 10)$  Ом (вилка 2).

### 7.3 Определение метрологических характеристик датчика

#### 7.3.1 Определение рабочего коэффициента передачи

7.3.1.1 Подключить к контактам 1-3 вилки 1 датчика мультиметр APPA503, к контактам 2-4 источник постоянного тока В1-13 по схеме рисунка 4 и 7 инструкции по эксплуатации.

7.3.1.2 Установить датчик в машину силоизмерительную. На источнике питания установить стабилизированное напряжение постоянного тока  $U_{ном}=12,0000$  В. Прогреть током питания элементы схемы датчика 15 мин. С помощью мультиметра измерить начальное значение напряжения при нулевой нагрузке  $U_0$ , мВ, с дискретностью 1 мкВ.

7.3.1.3 Провести нагружение датчика равномерно ступенями при возрастающем значении силы 25 % (2 кН), 50 % (4 кН), 75 % (6 кН), 100 % (8 кН).

7.3.1.4 Провести измерения выходного сигнала  $U_{изм}$ , мВ.

7.3.1.5 Рассчитать РКП, мВ/В, для каждой мостовой схемы по следующей формуле:

$$K_{ij} = \frac{U_{изм} - U_0}{U_{ном}}, \quad (1)$$

где  $U_{изм}$  - измеренное значение выходного сигнала при воспроизведении силы сжатия на каждой  $i$ -ой ступени нагружения, мВ;

$j=1$  – номер цикла нагружения.

7.3.1.6 Повторить измерения выходного сигнала  $U_{изм}$  с поворотом датчика на  $120^\circ$  и  $240^\circ$  от первоначального положения ( $j=2, j=3$  циклы нагружения) и рассчитать РКП.

7.3.1.7 Рассчитать среднее значение РКП по  $m=3$  циклам нагружения по следующей формуле:

$$\bar{K}_i = \frac{\sum_{j=1}^m K_{ij}}{m}, \quad (2)$$

7.3.1.8 Повторить операции п.п. 7.3.1.1 - 7.3.1.8 для вилки 2 датчика.

7.3.2 Определение систематической составляющей погрешности датчика  $\gamma_c$ .

7.3.2.1 Оценка систематической составляющей погрешности датчика рассчитывается по следующей формуле:

$$\gamma_{ci} = \frac{\bar{K}_i - K_{pi}}{K_{ном}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где  $\bar{K}_i$  - среднее значение РКП по трем циклам нагружения, мВ/В;

$K_{pi} = \frac{F_i \cdot K_{ном}}{F_{ном}}$  - расчетное значение РКП на  $i$ -ой ступени нагружения, мВ/В,

где  $F_i$  - значение силы сжатия на  $i$ -ой ступени нагружения датчика, измеренное эталоном, кН;

$F_{ном} = 8$  кН - номинальное значение силы сжатия;

$K_{ном}$  - номинальное значение РКП, мВ/В (рассчитывается по формуле 1 при  $F_{ном} = 8$  кН).

7.3.2.2 Датчик считается прошедшим поверку, если на всех ступенях нагружения пределы допускаемой систематической относительной погрешности датчика не более  $\pm 1$  %.

7.3.3 Определение случайной составляющей погрешности датчика  $\gamma_{\sigma}$

7.3.3.1 Случайную составляющую погрешности датчика определяют как относительное среднеквадратическое отклонение (СКО) по следующей формуле:

$$\gamma_{\sigma i} = \frac{100}{K_{ном}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (K_i - \bar{K}_i)^2}{m-1}} \quad (4)$$

7.3.3.2 Датчик считается прошедшим поверку, если на всех ступенях нагружения СКО случайной составляющей датчика не более 0,5 %.

7.3.4 Определение нелинейности функции преобразования датчика  $y_{нел}$ .

7.3.3.1 Нелинейность функции преобразования датчика определяется по следующей формуле:

$$y_{нел} = \frac{\bar{K}_i - i \cdot \bar{K}_{ном}}{K_{ном}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

$$\bar{K}_{ном} = \frac{\sum_{j=1}^m K_j}{m} - \text{среднее значение РКП при номинальной нагрузке по трем циклам,}$$

измеренное при поверке, мВ/В;

$i = 1; 2; 3$  - порядковый номер ступени нагружения;

$n = 4$  - количество ступеней нагружения.

7.3.3.2 Датчик считается прошедшим поверку, если значения нелинейности функции преобразования датчика не более  $\pm 0,5$  %.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносятся в протокол и в п.2.2 паспорта. Рекомендуемая форма протокола представлена в Приложении А.

8.2 При положительных результатах поверки на датчик выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца. Знак поверки наносится в виде наклейки или оттиска клейма на свидетельство о поверке и на корпус датчика.

8.3 При отрицательных результатах поверки на датчик выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.

Разработали:

Мастер участка поверки механических СИ

Инженер по метрологии 2 категории

группы исследований и аттестации

  
07.05.2020

Л.В. Нечаев

  
05.05.2020

Е.С. Вакурова

## Приложение А

(обязательное)

Форма протокола поверки датчика силы ТПА-0,8

Заводской номер \_\_\_\_\_

Принадлежащего \_\_\_\_\_

Условия поверки: температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С, относительная влажность \_\_\_\_\_ %, атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа (мм рт.ст.)

Методика поверки: ТПА-0,8 МП \_\_\_\_\_

На соответствие требованиям: Рег.№ФИФ \_\_\_\_\_

Средства поверки: \_\_\_\_\_

1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

1.1 Электрическое сопротивление изоляции  $R_{из}$  \_\_\_\_\_

1.2 Электрическое сопротивление диагоналей мостовой схемы \_\_\_\_\_

### 2 Определение метрологических характеристик датчика

Параметр	Сила сжатия, создаваемая машиной $F$ , кН								
	1 ступень 2 кН	2 ступень 4 кН	3 ступень 6 кН	4 ступень 8 кН	Параметр	1 ступень 2 кН	2 ступень 4 кН	3 ступень 6 кН	4 ступень 8 кН
$K_{ном}$ , мВ/В					$K_{ном}$ , мВ/В				
$U_0^1$ , мВ					$U_0^2$ , мВ				
$U_{изм}^1$ , мВ					$U_{изм}^2$ , мВ				
$U_{шт}$ , В					$U_{шт}$ , В				
1 цикл, 1 мост					1 цикл, 2 мост				
$U_{изм}^{0^{\circ}-1}$ , мВ					$U_{изм}^{0^{\circ}-2}$ , мВ				
$K_{ij}$ , мВ/В					$K_{ij}$ , мВ/В				
$F_i$ , кН					$F_i$ , кН				
$K_{pi}$ , мВ/В					$K_{pi}$ , мВ/В				
2 цикл, 1 мост					2 цикл, 2 мост				
$U_{изм}^{120^{\circ}-1}$ , мВ					$U_{изм}^{120^{\circ}-2}$ , мВ				
$K_{ij}$ , мВ/В					$K_{ij}$ , мВ/В				
3 цикл, 1 мост					3 цикл, 2 мост				
$U_{изм}^{240^{\circ}-1}$ , мВ					$U_{изм}^{240^{\circ}-1}$ , мВ				
$K_{ij}$ , мВ/В					$K_{ij}$ , мВ/В				
$\bar{K}_i$ , мВ/В					$\bar{K}_i$ , мВ/В				
$\bar{K}_{ном}$ , мВ/В					$\bar{K}_{ном}$ , мВ/В				
$\gamma_{ci}$ , %					$\gamma_{ci}$ , %				
$\gamma_{\sigma i}$ , %					$\gamma_{\sigma i}$ , %				
$y_{из}$ , %					$y_{из}$ , %				

Заключение \_\_\_\_\_

Выдан (о) \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Поверитель \_\_\_\_\_  
подпись фамилия, инициалы

Начальник группы \_\_\_\_\_  
подпись фамилия, инициалы