

9h25

УТВЕРЖДАЮ  
Технический директор  
ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

«17» июня 2020 г.

М.п.

**Государственная система обеспечения единства измерений**  
**Датчики силоизмерительные тензорезисторные UNTCH-20KN**  
**Методика поверки**  
**ИЦРМ-МП-038-20**

г. Москва, 2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на датчики силоизмерительные тензорезисторные UNTCH-20KN, производства «UNIPULSE CORPORATION», Япония (далее – датчики) 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 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта настоящего документа	Проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2	Опробование	6.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	6.3	-	-
3.1	Определение составляющих погрешности, связанных с повторяемостью и воспроизводимостью показаний	6.3.1	Да	Да
3.2	Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом	6.3.2	Да	Да
3.3	Определение составляющей погрешности, связанной с нелинейностью	6.3.3	Да	Да

1.2 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Эталоны и вспомогательные средства

№ пункта настоящего документа	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
6.3	Рабочий эталон 3-го разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы, утверждённой Приказом Росстандарта от 22.10.2019 г. № 2498 - машина силовоспроизводящая, ПГ $\pm 0,15$ %. <u>Вспомогательные средства поверки:</u> Мультиметр цифровой 34401А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 54848-13); Калибратор многофункциональный Fluke 5522А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 70345-18).

1.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

1.4 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены или аттестованы в качестве эталона в соответствии с действующим законодательством.

## 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 в соответствии с действующим законодательством.

### 3 ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации наверяемый датчик, а также на используемые эталоны и вспомогательные средства поверки.

### 4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С 20±5;
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 80.

### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Операции по всем пунктам настоящей методики поверки проводить при любом сочетании значений влияющих факторов, соответствующих нормальным условиям измерений датчиков. Температура во время поверки не должна изменяться более чем на  $\pm 2$  °С.

5.2 Для надежного выравнивания температуры датчика и окружающего воздуха, датчик и средства поверки доставить за и выдержать на месте поверки не менее чем 12 часов до их начала.

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

5.4 Все нагружения / разгружения проводиться плавно, без рывков.

5.5 Регистрировать любые показания не ранее, чем через 40 секунд после достижения требуемой нагрузки.

### 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

- комплектность датчика на соответствие эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений и коррозии;
- наличие необходимой маркировки согласно эксплуатационной документации.

*Результаты считать положительными, если датчик соответствует перечисленным выше требованиям.*

#### 6.2 Опробование

##### 6.2.1 Подготовка

Установить датчик в рабочую зону испытаний на сжатие силовоспроизводящей машины (далее – машина) таким образом, чтобы обеспечивалась соосность прилагаемой нагрузки с осью приложения нагрузки поверяемого датчика.

Подключить источник питания (калибратор) и мультиметр к датчику по схеме, приведенной на рисунке 1.

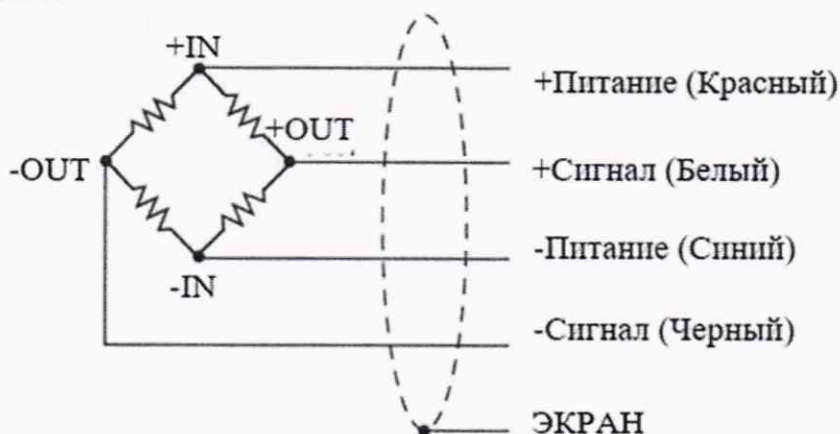


Рисунок 1 – Схема подключения датчика



6.2.2 Процедура опробования заключается в проверке стабильности показаний поверяемого датчика и проводится следующим образом:

- нагрузить датчик номинальным усилием в режиме сжатия. При этом и любых последующих нагружениях / разгружениях скорость нагружения / разгружения выбрать таким образом, чтобы достижение требуемой нагрузки осуществлялось не менее чем за 40 секунд.

- выдержать датчик в течение 30-и минут под его номинальной нагрузкой.

*Результаты считать положительными, если выходной сигнал с датчика стабилен до второго десятичного знака на протяжении всего времени выдержки под номинальной нагрузкой.*

### 6.3 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик проводить в следующей последовательности:

- провести операции, изложенные в п. 6.2 настоящей методики поверки (во избежание выполнения «двойной работы» данный пункт методики поверки можно совместить с п. 6.2 при условии безотлагательного выполнения нижеописанных операций);

- разгрузить датчик;

- нагрузить датчик три раза номинальной нагрузкой в режиме сжатия. Продолжительность приложения каждого нагружения должна составлять от 1 до 1,5 минут с интервалом 3 – 3,5 минуты между нагружениями;

- разгрузить датчик и занести в протокол поверки начальный сигнал ненагруженного датчика. Монотонный длительный дрейф показаний указывает на дефект крепления датчика или существенное влияние влажности на процесс испытаний;

- нагрузить датчик в неизменном положении от наименьшего предела измерений до наибольшего предела измерений (от 0,2 до 20 кН) двумя сериями из не менее чем восьми ступеней только с возрастающими значениями силы. Интервал между сериями измерений должен составлять 3 – 3,5 минуты. Ступени при нагружении, по возможности, должны быть равномерно распределены по всему диапазону измерений датчика;

- зарегистрировать и занести в протокол поверки (см. рекомендуемую форму записи показаний в Приложении А к настоящей методике поверки) соответствующие показания  $X_1$ ,  $X_2$ , (здесь и далее  $X_i$  – разница между выходным сигналом датчика под нагрузкой и выходным сигналом датчика без нагрузки);

- нагрузить и разгрузить датчик двумя рядами силы с возрастающими и убывающими значениями по тем же ступеням в положениях с поворотом на  $120^\circ$  и  $240^\circ$  (см. рисунок 2) относительно первоначального положения. Интервал между сериями измерений должен составлять 3 – 3,5 минуты;

- зарегистрировать и занести в протокол испытаний соответствующие показания  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ .

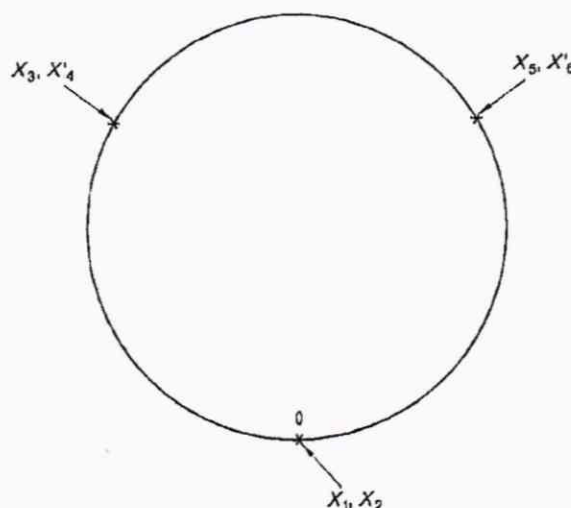


Рисунок 2 – Схема последовательного крепления датчика на эталонной машине

6.3.1 Определение составляющей погрешности, связанной с повторяемостью и воспроизводимостью показаний

Рассчитать составляющие погрешности, связанные с повторяемостью ( $b'$ ) и воспроизводимостью ( $b$ ) показаний, для каждой ступени нагружения с помощью следующих уравнений:

$$m \quad \overline{X_r} = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3} \quad (1)$$

$$b = \left| \frac{X_{max} - X_{min}}{\overline{X_r}} \right| \cdot 100\% \quad (2)$$

$$\overline{X_{wr}} = \left| \frac{X_1 + X_2}{2} \right| \quad (3)$$

$$b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{\overline{X_{wr}}} \right| \cdot 100 \quad (4)$$

где  $X_{max}$ ,  $X_{min}$  – максимальное / минимальное значение разницы между выходным сигналом датчика под нагрузкой и выходным сигналом датчика без нагрузки при приложении силы серий 1, 3 и 4, мВ/В;

$\overline{X_r}$  – среднее значение разницы между выходным сигналом датчика под нагрузкой и выходным сигналом датчика без нагрузки при приложении силы с вращением, мВ/В;

$\overline{X_{wr}}$  – среднее значение разницы между выходным сигналом датчика под нагрузкой и выходным сигналом датчика без нагрузки при приложении силы без вращения, мВ/В.

Результаты считать положительными, если полученные значения  $b$  и  $b'$  не превышают 0,5 %.

6.3.2 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом

Составляющую погрешности, связанную с гистерезисом ( $v$ ), определяют при приложении силы серий 3 и 4.

По разности между значениями, полученными для обеих серий с возрастающими и убывающими значениями силы на одинаковых ступенях, рассчитать составляющую погрешности, связанную с гистерезисом, по формулам:

$$\vartheta_1 = \left| \frac{X'_4 - X_3}{X_3} \right| \cdot 100\% \quad (5)$$

$$\vartheta_2 = \left| \frac{X'_6 - X_5}{X_5} \right| \cdot 100\% \quad (6)$$

$$\vartheta = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} \quad (7)$$

Результаты считать положительными, если полученные значения  $v$  не превышают 0,5 %.

6.3.3 Определение составляющей погрешности, связанной с нелинейностью

Определить составляющую погрешности, связанную с нелинейностью датчика, на каждой ступени нагружения по формуле:



$$\gamma_{\text{нел}i} = \frac{\bar{K}_i - K_{pi}}{X_N} \cdot 100\%, \quad (8)$$

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

$\bar{K}_i$  – среднее значение  $X_1, X_2, X_3, X_5$  на  $i$ -ой ступени нагружения, мВ/В;

$X_N$  – максимальное из значений разницы между выходным сигналом датчика под номинальной нагрузкой и выходным сигналом датчика без нагрузки в сериях 1, 2, 3 и 4, мВ/В;

$K_{pi}$  – расчетное значение разницы между выходным сигналом датчика под номинальной нагрузкой и выходным сигналом датчика без нагрузки на  $i$ -ой ступени нагружения, мВ/В,  $K_{pi}$  определяется по формуле:

$$K_{pi} = \frac{F_i \cdot X_N}{F_{\text{ном}}}, \quad (9)$$

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

$F_{\text{ном}}$  – номинальное усилие, создаваемое силовоспроизводящей машиной, кН.

*Результаты считать положительными, если полученные значения  $\gamma_{\text{нел}i}$  не превышают  $\pm 0,5\%$ .*

*Если требования по любому из п.п.6.3.1, 6.3.2, 6.3.3 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 таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 6 настоящей методики поверки.

7.2 При положительных результатах поверки датчик признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на датчик выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.

7.3 При отрицательных результатах поверки датчик признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на датчик выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

Инженер II категории  
ООО «ИЦРМ»

П. Е. Леоненко

**Приложение А**  
(Справочное)  
**Рекомендуемая форма записи показаний**

Задаваемое значение силы, кН	Значения выходного сигнала, мВ/В				Среднее значение, мВ/В	Составляющая погрешности, связанная с			
	$X_1 (0^\circ)$	$X_2 (0^\circ)$	$X_3 (120^\circ)$	$X_5 (240^\circ)$		воспроизводимостью показаний, %	повторяемостью показаний, %	гистерезисом, %	нелинейностью, %
0					-	-	-	-	-
20									
0			$X'_4 (120^\circ)$	$X'_6 (240^\circ)$					