

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Тензорезисторы фольговые универсальные типов Y, C, M, G, E, D, B, F, A, U, S, Q, V

Назначение средства измерений

Тензорезисторы фольговые универсальные типов Y, C, M, G, E, D, B, F, A, U, S, Q, V (далее - тензорезисторы) предназначены для измерений деформаций поверхности в деталях машин и конструкций в различных отраслях науки, промышленности и строительстве при воздействии статических и динамических нагрузок.

Описание средства измерений

Принцип действия тензорезисторов основан на свойстве проводников изменять электрическое сопротивление при изменении их геометрических размеров (при деформации). Коэффициент изменения сопротивления проводящего слоя тензорезистора пропорционален величине измеряемой деформации с учетом определенной постоянной.

Конструктивно тензорезисторы состоят из чувствительного элемента – металлического резистивного слоя заданной толщины и конфигурации, наклеенного на диэлектрическую подложку. Фольга резистивного слоя тензорезисторов имеет в своей основе металлы или композиции металлов. От воздействия внешних факторов окружающей среды чувствительный элемент тензорезисторов защищен пленочным слоем непроводящего материала.

Тензорезисторы могут быть использованы в качестве чувствительного элемента в тензометрических датчиках различного назначения при измерениях различных физических величин (удлинения, силы, крутящего момента силы, давления).

Тензорезисторы относятся к невосстанавливаемым, стареющим, неремонтируемым, не обслуживаемым и контролируемым перед применением изделиям. Они выполнены на специальных подложках, и предназначены для разовой наклейки.

В зависимости от сочетаний материалов: подложки, чувствительного элемента, слоя протекторной защиты, а также в зависимости от количества отдельных тензорезистивных слоев, собранных в электрическую схему на одной подложке, выпускаются различные модификации тензорезисторов.

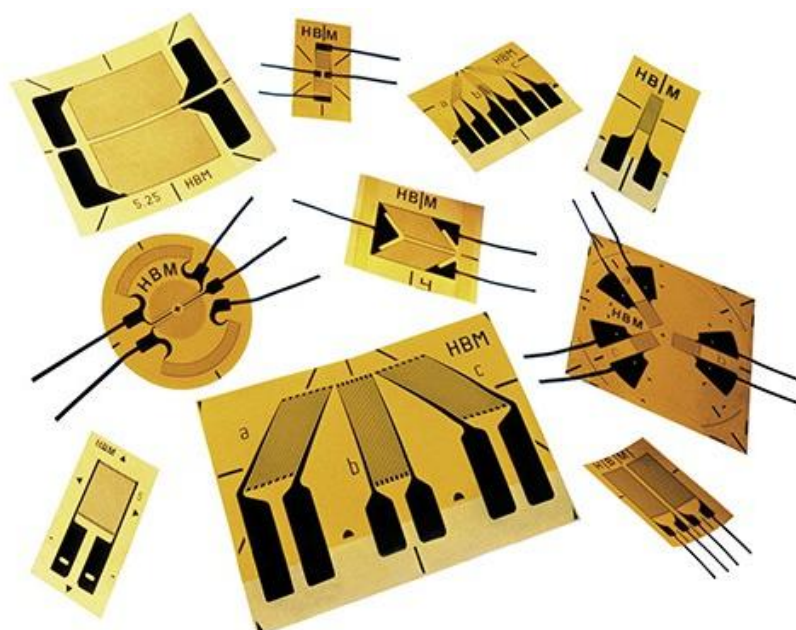


Рисунок 1 – Общий вид тензорезисторов

Пример расшифровки модификации:

К - С L Y 1 1 K - 3 / 120 A

Наружное исполнение: _____

- 1 - стандартное исполнение;
- К - С – с произвольно конфигурируемыми соединительными кабелями;

Конструктивное исполнение измерительных решеток: _____

- L – одна измерительная решётка, линейный тензорезистор;
- D – две измерительные решётки, параллельно;
- X – две измерительные решётки, Т- и X-образные, сдвиг 90°;
- R – три измерительные решётки, розетки;
- T – Т-образные и столбчатые (колонные) измерительные решётки;
- V – четыре измерительные решётки, полный мост;
- M – полный мост, мембрана;
- K – цепочка тензорезисторов;

Тип тензорезистора: _____

- Y – универсальные;
- C – с расширенным температурным диапазоном;
- M – устойчивые к переменным нагрузкам и повышенным температурам;
- G – для специальных применений и преобразователей;
- E – защищенные от химических воздействий, пыли и влаги;
- D – для сильных деформаций;
- B – для применения в шпильках, винтах и т.п.;
- F – для измерений на печатных платах и малых компонентах;
- A – для преобразователей, решетка из константана;
- U – для преобразователей, решетка из хромоникелевого сплава;
- S – для непосредственного монтажа на месте;
- Q – для преобразователей, устойчивые к переменным нагрузкам;
- V – герметичные, с высокой степенью механической защиты;

Вид и расположение измерительной решётки: _____

Исследуемый материал: _____

- 1 – ферритная сталь;
- 3 – алюминий;
- 5 – аустенитная сталь;
- 6 – кварц;
- 7 – титан или серый чугун;
- 8 – пластик;
- 9 – молибден;

Регулировка ползучести (может отсутствовать): _____

Ширина (диаметр, шаг) измерительной решётки, мм; _____

Номинальное электрическое сопротивления измерительной решётки, Ом; _____

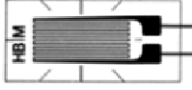
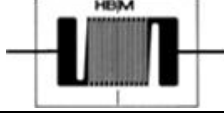
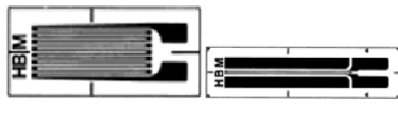
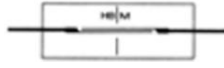
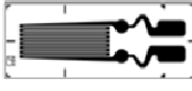
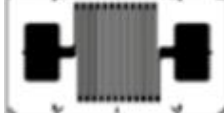
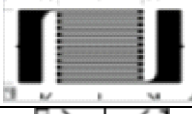


Дополнительные особенности конструкции или опции: _____

- A** – со средством для нанесения (термостойкой клейкой лентой);
- V** – четырехпроводная конфигурация;
- Z** – двухпроводная конфигурация;
- G** – контактные площадки, освобожденные от деформации;
- L** – с никелированными медными проводами;
- B** – с нанесенным на тензорезистор клеем;
- E** – измерительная решетка с покрытием;
- W** – измерительная решетка без покрытия.

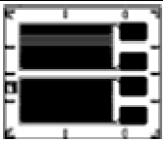
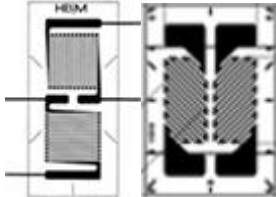
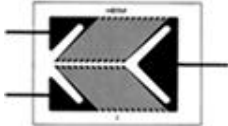
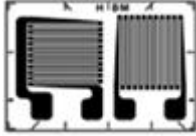
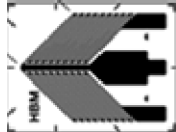
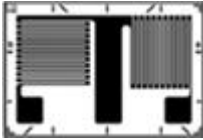
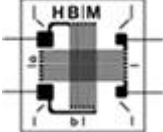
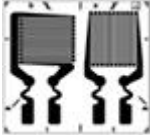
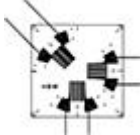
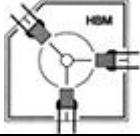

Программное обеспечение
отсутствует.

Метрологические и технические характеристики





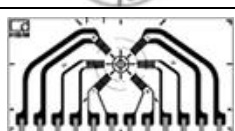

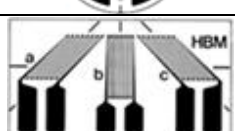

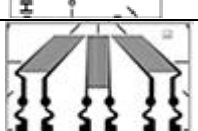
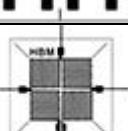
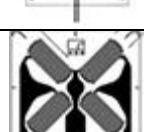

Таблица 1 – Конфигурации измерительных решеток тензорезисторов

Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
LY1x LQ1x	от 2 до 18,5 × от 1,2 до 9,5	от 0,3 до 10 × от 0,9 до 5	120 350	
LY2x LQ2x	от 3,5 до 11 × от 6,4 до 16	от 0,6 до 6 × от 0,6 до 6	120	
LY4x LV4x	от 6 до 165,6 × от 4 до 8,2	от 0,6 до 150 × от 1 до 5	120 350 700 1000	
LY5x	от 9 до 13 × 4,7	от 3 до 6 × 0,4	120	
LY6x LQ6x	от 7,8 до 23,5 × от 4,7 до 9,3	от 1,5 до 10 × от 1 до 5	120 350	
LY7x	от 2,3 до 9 × от 5,6 до 15,5	от 0,6 до 6 × от 1 до 6	120 350	
LY8x	от 5,6 до 15,5 × от 2,3 до 9	от 0,6 до 6 × от 1 до 6	120 350	
LY9x LQ9x	от 6,6 до 9,5 × от 4,7 до 9,5	от 1,5 до 6 × от 2 до 4	120 350	
DY1x DQ1x	от 9 до 12,5 × от 8 до 9,4	от 3 до 6 × от 2,7 до 3,2	350	



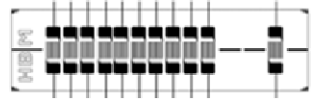

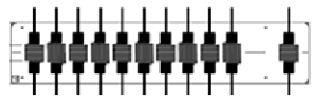





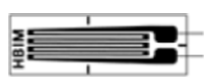
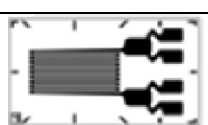
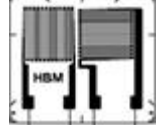
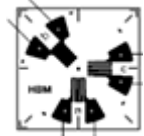
Продолжение таблицы 1

Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
DY4x	от 5,5 до 10,7 × от 6 до 9	от 1,5 до 6 × от 1,8 до 3,2	350	
XY1x	от 6 до 23,5 × от 4 до 11,7	от 0,6 до 6 × от 1,1 до 10,2	120 350	
XY2x XQ2x	от 6,8 до 17,5 × от 4 до 12,7	от 0,6 до 6 × от 1,1 до 10	120 350 700	
XY3x	от 7 до 18 × от 6 до 12	от 0,6 до 6 × от 1 до 6,5	120 350	
XY4x	от 6,5 до 16 × от 4,5 до 12,2	от 0,6 до 6 × от 1,6 до 10,2	120 350 700	
XY7x	от 5,7 до 16,2 × от 4,3 до 11	от 0,6 до 6 × от 0,8 до 5,7	120 350	
XY9x XQ9x	от 4,7 до 15,2 × от 6,7 до 14	от 1,5 до 10 × от 1,2 до 3,8	120 350	
XY10x XQ10x	от 8,3 до 16,5 × от 8 до 18	от 1,5 до 6 × от 1,6 до 6,5	120 350	
RY1x	от 7 до 15,4 × от 7 до 15,4	от 0,8 до 2,9 × от 0,8 до 2,7	120	
RY2x	22,1 × 22,1	3 × 2,5	120	
RY3x	от 6,9 до 15,4 × от 6,9 до 15,4	от 0,8 до 2,9 × от 0,8 до 2,7	120	

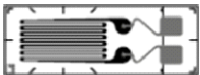
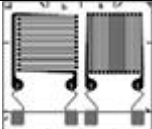
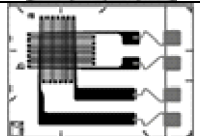
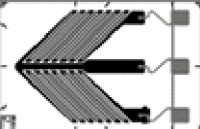
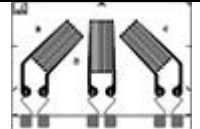
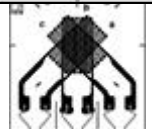
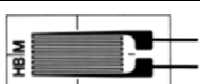
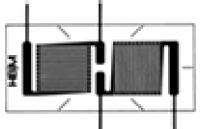
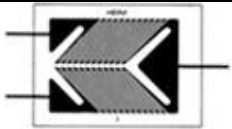

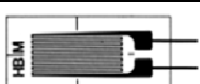
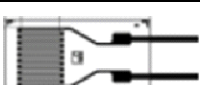

Продолжение таблицы 1

Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
R <u>Y</u> 6x	12 × 12	1,5 × 0,8	120	
R <u>Y</u> 61K	7,2 × 10,2	1,5 × 0,8	120	
R <u>Y</u> 61R	8 × 13,5	1,5 × 0,8	120	
R <u>Y</u> 61S	10,2 × 10,2	1,5 × 0,8	120	
R <u>Y</u> 61M	20,9 × 22	3,2 × 3,2	120	
R <u>Y</u> 7x	от 6,9 до 15,4 × от 6,9 до 15,4	от 0,8 до 2,9 × от 0,8 до 2,7	120	
R <u>Y</u> 8x	от 4,8 до 13,1 × от 8,7 до 22,9	от 0,6 до 6 × от 1,1 до 3	120 350	
R <u>Y</u> 9x	от 9 до 17,6 × от 8 до 16	от 1,5 до 10 × от 1,3 до 2,6	120 350	
R <u>Y</u> 10x	от 8,2 до 16,4 × от 13,5 до 22,9	от 1,5 до 6 × от 1,1 до 3	120 350	
V <u>Y</u> 1x VQ1x	от 13,5 до 23 × от 13,5 до 23	от 3 до 6 × от 7 до 14	120	
V <u>Y</u> 4x	от 9,8 до 18 × от 10 до 17	от 3 до 6 × от 1,3 до 2,7	120 350	
V <u>Y</u> 61S	10,2 × 10,2	1,5 × 0,8	120	


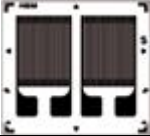


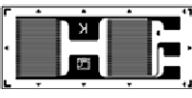





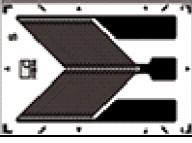
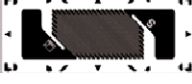
Продолжение таблицы 1

Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
МУ2х	от 7,3 до 17 × от 7,3 до 17	от 6 до 15 × от 6 до 15	120 350	
КУ1х	от 7,2 до 9,7 × от 14,5 до 44,5	от 0,6 до 3 × от 1 до 1,2	120	
КУ2х	от 6,9 до 9,5 × от 15 до 27	от 0,8 до 1,7 × от 0,8 до 1,7	120	
КУ3х	8,3 × 24	1,2 × 1,3	120	
КУ4х	от 9,2 до 11,5 × от 24,5 до 44,5	от 1,2 до 3 × от 1,3 до 3	120	
КУ5х	от 5,6 до 6 × от 12,8 до 22,8	от 0,6 до 1,5 × от 1,2 до 1,4	120	
КУ6х	от 5,6 до 6 × от 12,8 до 22,8	от 0,8 до 1,3 × от 0,7 до 1,6	120	
КУ7х	6 × 22,8	1,3 × 1,5	120	
КУ8х	5 × 21,7	1 × 1	120	
КУ9х	5 × 21,7	1,2 × 1,2	120	
LC1х	от 6,4 до 16 × 5,5	от 1,5 до 10 × от 3,2 до 3,4	120 350	
LC6х	от 11 до 14 × 8	от 3 до 6 × 3,4	350	
XC1х	от 6 до 16 × от 8,4 до 18	от 1,5 до 6 × от 1,5 до 6,4	350	
RC1х	от 8 до 11 × от 8 до 11	от 1,2 до 2 × от 1,1 до 1,3	350	

Продолжение таблицы 1

Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
<u>LM</u> 1	от 9 до 14,8 × от 4,4 до 5,4	от 1,5 до 6 × от 2,5 до 3,4	350 1000	
<u>TM</u> 1x	от 9,5 до 15 × от 8 до 16,6	от 1,5 до 6 × от 2,6 до 6,3	350 1000	
<u>TM</u> 9x <u>XV</u> 9x	от 11,3 до 18 × от 7,9 до 13	от 1,5 до 6 × от 2,5 до 3,7	350 1000	
<u>XM</u> 4x	от 10,6 до × 18,6 от 6 до 12,2	от 1,5 до 6 × от 1,5 до 4	350 1000	
<u>RM</u> 8x	от 11 до 17,1 × от 13,3 до 22,5	от 1,5 до 6 × от 2,5 до 3,4	350 1000	
<u>RM</u> 9x <u>RV</u> 9x	от 11,3 до 18 × от 11,1 до 16	от 1,5 до 6 × от 2,5 до 3,7	350 1000	
<u>LG</u> 1x	от 5 до 18,5 × от 3,2 до 9,5	от 0,6 до 10 × от 1 до 4,6	120 350	
<u>XG</u> 1x	от 9 до 23,5 × от 5 до 10,5	от 1,5 до 6 × от 1,5 до 6,5	120 350	
<u>XG</u> 2x	от 6,8 до 17,5 × от 4,5 до 12,7	от 1,5 до 6 × от 1,7 до 7,9	120 350	
<u>LE</u> 1x	15 × 9	3 × 2	350	
<u>LD</u> 20	от 13 до 18,5 × от 6 до 9,5	от 6 до 10 × от 2,8 до 5	120 350	
<u>LB</u> 11	11,5 × 6	3 × 5	120	
<u>RF</u> 9x	5 × 5	0,8 × 0,9	120	

Продолжение таблицы 1

Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
LA1x LU1x	от 5,7 до 10,6 × 4,5	от 1,6 до 6 × 3	350 1000	
DA1x DU1x	от 5,7 до 10,6 × 8	от 1,6 до 7 × 3	350 1000	
DA5x	от 16,5 до 19 × от 4,1 до 5,8	3,2 × от 2,5 до 4,2	350 1000	
DA6x	11,5 × 4,4	2,2 × 3	350	
DU3x	13,8 × 6	2,5 × 4,1	1000	
XA0x XU0x	9,7 × 4	2,8 × 3,5	175 350 1000	
XA1x XU1x	от 7,1 до 9,7 × от 3,2 до 6,5	от 1,9 до 2,8 × от 1,4 до 3,5	350 1000	
XA3x XU3x	от 7,5 до 10,2 × от 6,3 до 7,9	от 2,0 до 3,2 × от 1,8 до 2,7	350 1000	
XA4x	от 7,5 до 10,2 × от 6,3 до 7,9	от 2 до 3,2 × от 1,8 до 2,7	350 1000	
XA5x	9 × 4,4	1,9 × 2,4	350	
XA7x	11,2 × 7,8	3,2 × 3,1	350 1000	
XA9x XU9x	9,7 × 4	2,8 × от 1,4 до 3,5	175 350 1000	

Продолжение таблицы 1

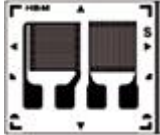
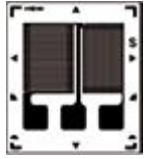


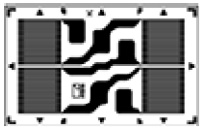
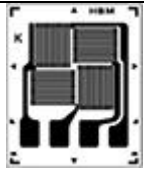

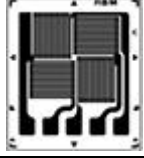

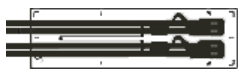
Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
TA1x	от 5,4 до 7,5 × от 6,1 до 9,1	от 1,6 до 3 × от 2 до 3,6	350 1000	
TA2x TU2x	от 6,6 до 7,5 × от 5,8 до 9,7	от 1,6 до 3 × от 1,8 до 3,8	350 1000	
TA3x TU3x	9,7 × 8,4	от 1,3 до 5,1 × от 2,5 до 5,1	350 1000	
VA2x VU2x	17,8 × 7,0	3,0 × 2,1	350 1000	
VA3x	11,7 × 7,3	1,9 × 2,8	350	
VA5x	8,3 × 6,8	1,8 × 1,8	350	
VA7x	8 × 7,5	1,6 × 1,7	350	
VA6x VU6x	10,4 × 9,1	2,5 × 2,6	350 1000	
MA1x MU1x	от 8 до 16,7 × от 8 до 16,7	от 6,5 до 15 × от 6,5 до 15	350 1000	
LS31HT	10 × 40	2,8 × 2,8	350	

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

Тип	Толщина, мкм	Предельное относительное отклонение сопротивления в партии от номинального, %	Диапазон измеряемых деформаций ¹ , млн ⁻¹	Рабочий диапазон деформаций, млн ⁻¹	Номинальная чувствительность	Относительная погрешность чувствительности на партию, %	Диапазон рабочих температур, °С	Интервал термокомпенсации, °С
Y	81±22	±0,3 ±0,5 ² ±0,75 ³ ±1 ⁴	от -3000 до +3000	от -50000 до +50000	2	±1 ⁵ ±1,5	от -70 до +200	от -10 до +120
C	81±12	±0,3	от -3000 до +3000	от -100000 до +20000	2,2	±1	от -200 до +200	от -200 до +250
M	65±15	±0,3 ±0,5 ⁶	от -3000 до +3000	от -15000 до +10000	2,2	±0,7 ⁵ ±1,5	от -200 до +250	от -200 до +250
G	65±15	±0,35 ±1 ⁴	от -3000 до +3000	от -50000 до +20000	2	±0,7 ⁵ ±1,5	от -70 до +200	от -10 до +120
E	50±15	±0,5	от -3000 до +3000	от -50000 до +50000	2	±1	от -200 до +180	от -10 до +120
D	81±22	±0,3	от -3000 до +3000	от -100000 до +100000	2	±1	от -70 до +200	-
B	35±10	±0,3	от -3000 до +3000	от -50000 до +50000	2	±1	от -200 до +140	от -10 до +120
F	95±15	±1	от -3000 до +3000	от -50000 до +50000	2	±1,5	от -40 до +140	от -10 до +120
A	40±5	±0,3	от -3000 до +3000	от -50000 до +50000	2	±1 ±1,5	от -40 до +200	от -10 до +120
U	40±5	±0,3	от -3000 до +3000	от -35000 до +10000	2,2	±1 ±1,5	от -40 до +200	от -10 до +120
S	1100±50	±1	от -3000 до +3000	от -3000 до +3000	2	±2	от -200 до +250	от -50 до +250
Q	33±10	±0,3	от -3000 до +3000	от -35000 до +10000	2,2	±1 ⁷ ±1,5	от -40 до +140	от -10 до +105
V	1500±100	±0,5	от -3000 до +3000	от -50000 до +20000	2	±1	от -30 до +105	от -10 до +105

Примечания:

¹ - диапазон измерений согласно ГОСТ 8.543-86 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений деформации»;

² – для модификаций XY9x, RY9x;

³ – для модификаций LY5x;

⁴ – для измерительных решеток с номинальной длиной 0,3 мм и 0,6 мм;

⁵ – для измерительных решеток с номинальной длиной ≥ 3 мм;

⁶ – для модификаций TM9, RM9;

⁷ – для измерительных решеток с номинальной длиной $\geq 1,5$ мм.

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист паспорта, прилагающегося к партии тензорезисторов фольговых универсальных типов Y, C, M, G, E, D, B, F, A, U, S, Q, V типографским способом.

Комплектность средства измерений

приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Тензорезисторы	в соответствии с заказом	в соответствии с заказом
Паспорт	-	1 экз. (на партию)
Методика поверки	МП ТИнт 239-2019	1 экз. (на партию)

Поверка

осуществляется по документу МП ТИнт 239-2019 «Тензорезисторы фольговые универсальные типов Y, C, M, G, E, D, B, F, A, U, S, Q, V. Методика поверки», утверждённому ООО «ТестИнТех» 24.04.2019 г.

Основные средства поверки:

- Рабочие эталоны 1-го разряда по ГОСТ 8.543-86 – установки с балками постоянного сечения, нагружаемыми по схеме чистого изгиба;

- Усилитель измерительный серии QuantumX (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 51385-12);

- Мультиметр 3468А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25900-03).

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

ГОСТ Р 52728-2007 Метод натурной тензотермометрии. Общие требования.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к тензорезисторам фольговым универсальным типов Y, C, M, G, E, D, B, F, A, U, S, Q, V

ГОСТ 8.543-86 ГСИ. Государственная поверочная схема для СИ деформации

Техническая документация «Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH», Германия

Изготовитель

«Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH», Германия
Адрес: Im Tiefen See 45, 64293 Darmstadt, Germany
Телефон (факс): +49 6151 8030 (+49 6151 8039 100)
Web-сайт: <https://www.hbm.com/en/>
E-mail: info@hbm.com

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «СТАНДАРТ КАЧЕСТВА»
(ООО «СТАНДАРТ КАЧЕСТВА»)
ИНН 5018177801
Адрес: 141080, Московская обл., г. Королев, пр-т Космонавтов, дом 30Б, офис 5
Телефон: +7 (495) 999-50-56
E-mail: qscert@qscert.ru

Испытательный центр

Общество с ограниченной ответственностью «ТестИнТех» (ООО «ТестИнТех»)
Адрес: 123308, г. Москва, ул. Мневники, д. 1
Телефон: +7 (499) 944-40-40
Аттестат аккредитации ООО «ТестИнТех» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RU.RA.312099 от 27.02.2017.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « ____ » _____ 2019 г.