

## 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.

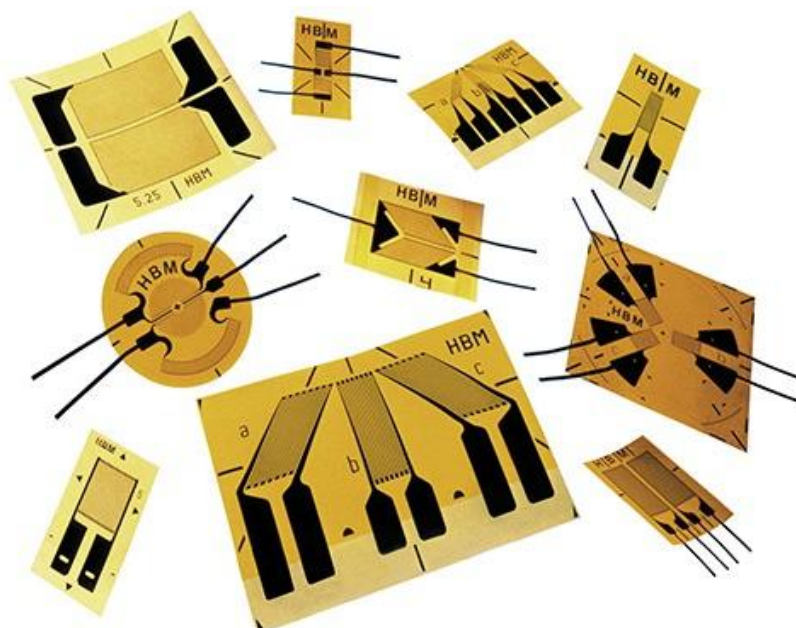


Рисунок 1 – Общий вид тензорезисторов

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; \_\_\_\_\_

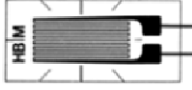
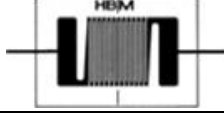
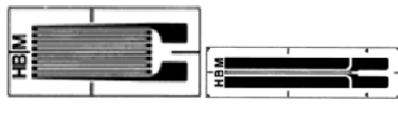
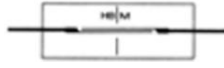
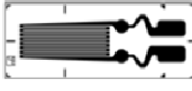
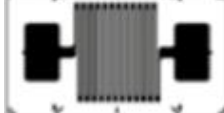
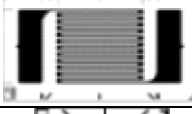


Дополнительные особенности конструкции или опции: \_\_\_\_\_

- 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.

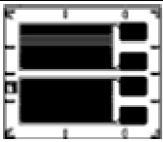
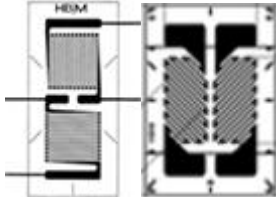
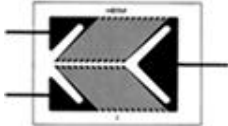
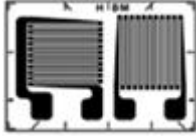
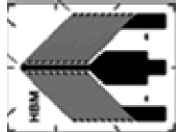
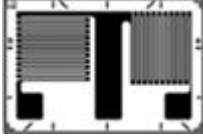
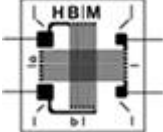
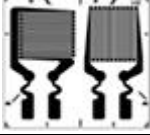
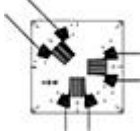
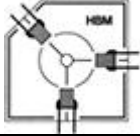

**Программное обеспечение**  
отсутствует.

### 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	



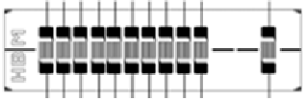

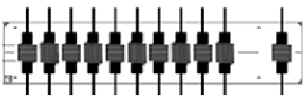





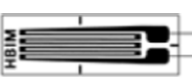
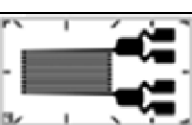
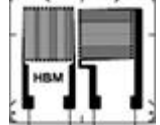
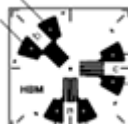
Продолжение таблицы 1

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	

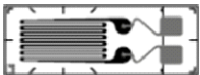
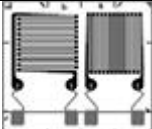
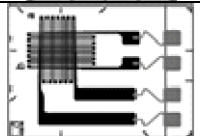
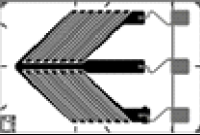
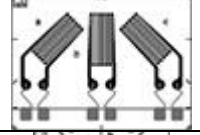
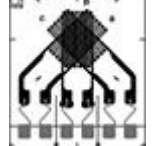
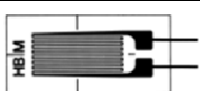
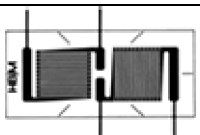
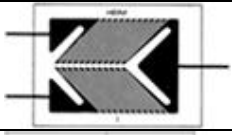

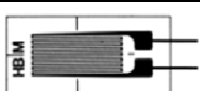
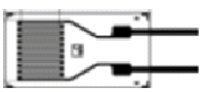

Продолжение таблицы 1

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


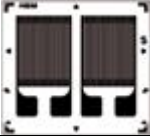


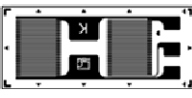





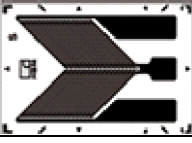
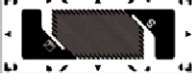
Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
МУ2х	от 7,3 до 17 × от 7,3 до 17	от 6 до 15 × от 6 до 15	120 350	
КУ1х	от 7,2 до 9,7 × от 14,5 до 44,5	от 0,6 до 3 × 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

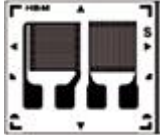
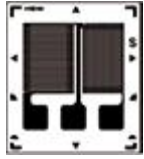


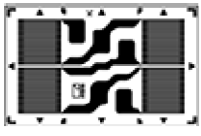
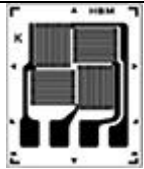

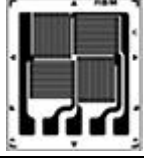

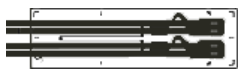
Модификация	Номинальный размер подложки (длина × ширина), мм	Номинальный размер измерительной решетки (длина × ширина), мм	Номинальное сопротивление, Ом	Общий вид измерительной решетки
TA1x	от 5,4 до 7,5 × от 6,1 до 9,1	от 1,6 до 3 × от 2 до 3,6	350 1000	
TA2x TU2x	от 6,6 до 7,5 × от 5,8 до 9,7	от 1,6 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 <sup>1</sup> , млн <sup>-1</sup>	Рабочий диапазон деформаций, млн <sup>-1</sup>	Номинальная чувствительность	Относительная погрешность чувствительности на партию, %	Диапазон рабочих температур, °С	Интервал термокомпенсации, °С
Y	81±22	±0,3 ±0,5 <sup>2</sup> ±0,75 <sup>3</sup> ±1 <sup>4</sup>	от -3000 до +3000	от -50000 до +50000	2	±1 <sup>5</sup> ±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 <sup>6</sup>	от -3000 до +3000	от -15000 до +10000	2,2	±0,7 <sup>5</sup> ±1,5	от -200 до +250	от -200 до +250
G	65±15	±0,35 ±1 <sup>4</sup>	от -3000 до +3000	от -50000 до +20000	2	±0,7 <sup>5</sup> ±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 <sup>7</sup> ±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:**

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

<sup>2</sup> – для модификаций XY9x, RY9x;

<sup>3</sup> – для модификаций LY5x;

<sup>4</sup> – для измерительных решеток с номинальной длиной 0,3 мм и 0,6 мм;

<sup>5</sup> – для измерительных решеток с номинальной длиной  $\geq 3$  мм;

<sup>6</sup> – для модификаций TM9, RM9;

<sup>7</sup> – 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 ТИИТ 239-2019	1 экз. (на партию)

**Поверка**

осуществляется по документу МП ТИИТ 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](mailto: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](mailto: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.