

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Тензорезисторы фольговые универсальные МТ типов Е, С, L, N, W, S

Назначение средства измерений

Тензорезисторы фольговые универсальные МТ типов Е, С, L, N, W, S предназначены для измерений деформаций поверхности машин и конструкций и для использования в качестве чувствительных элементов измерительных преобразователей.

Описание средства измерений

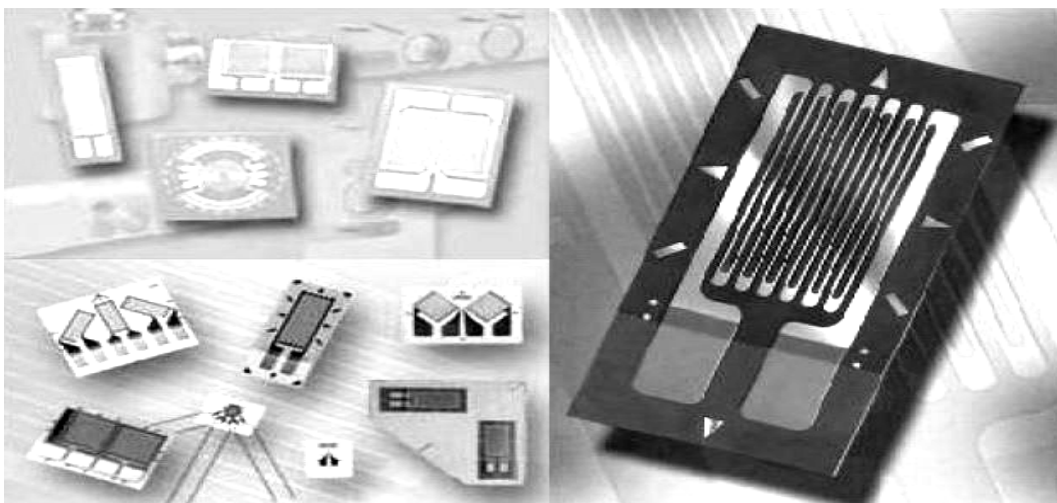
Принцип измерений тензорезисторами основан на получении изменяющихся во времени выходных сигналов в зависимости от изменения электрического сопротивления проводника чувствительного элемента тензорезистора при изменении его геометрических размеров.

Тензорезисторы являются приклеиваемыми фольговыми термокомпенсированными изделиями и предназначены для однократной наклейки на поверхности деформируемого объекта.

Конструктивно тензорезисторы состоят из чувствительного элемента – металлической резистивной решетки, расположенной на полиимидном подкладочном материале (подложке). Чувствительный элемент тензорезисторов выполнен методом фотолитографии на фольге из сплава металлов. От воздействия внешних факторов окружающей среды чувствительный элемент тензорезисторов сверху защищен пленочным слоем непроводящего материала (протекторная защита).

Тензорезисторы МТ имеют исполнения: одноэлементные (одинарные); однослойные розетки, многослойные (многослойные розетки); исполнение для специального применения. Особенностью тензорезистивных розеток является расположение двух, трех или более чувствительных элементов (решеток) на одной подложке под определенными углами (45°, 90°, 120°, 180°). Подобное конструктивное исполнение позволяет проводить измерения деформации сдвига или измерять деформацию объекта в двух и более осевых направлениях, совпадающих с главными осями тензорезисторов.

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 несколько типов с большим количеством модификаций тензорезисторов МТ.



Общий вид тензорезисторов фольговых универсальных МТ.

Маркировка тензорезисторов, содержащая 7 групп символов, которые отражают конструктивные особенности тензорезисторов, а также условия их применения, приведена ниже:

MT-	X-	X-	XX-	XXXX-	XX-	XXX-	X
	[I]	[II]	[III]	[IV]	[V]	[VI]	[VII]

Символы группы [I] – буквенные индексы в этой группе символов определяют конструктивное исполнение тензорезистора. Выпускаются следующие исполнения тензорезисторов:

- E – тензорезисторы общего применения на подложке из литьевого полиимида, в том числе сборки нескольких тензорезисторов на одной подложке, с открытыми резистивными слоями;
- C – тензорезисторы общего применения на подложке из литьевого полиимида, герметизированные полиамидным компаундом;
- N – тензорезисторы общего применения на тонкой подложке из литьевого полиимида и усиленными гибкими выводами с открытым резистивным слоем;
- W – тензорезисторы на подложке из литьевого полиимида, герметизированные полиамидным компаундом, с усиленными присоединительными проводниками;
- S – тензорезисторы на подложке из литьевого полиимида, герметизированные полиамидным компаундом, с распаечными контактными площадками;
- L – тензорезисторы на подложке из литьевого полиимида, герметизированные полиамидным компаундом, с распаечными контактными площадками с заранее подсоединенными к ним выводами длиной 20мм.

Символы группы [II] – буквенные индексы в этой группе символов определяют материал и технологическое исполнение резистивной решетки (фольги) тензорезистора. Выпускаются тензорезисторы с резистивными решетками из следующих материалов:

- A – самотермокомпенсированная константановая фольга;
- P – отожженная константановая фольга;
- D – изопругая константановая фольга;
- K – фольга из хромоникелевых сплавов.

Символы группы [III] – (номер S-T-C), цифровой индекс в этой группе указывает величину температурного коэффициента линейного расширения материала, на котором будет использоваться датчик, в единицах $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Выпускаются тензорезисторы, которые могут применяться со следующими номерами S-T-C:

- тензорезисторы с резистивными решетками группы A: 00, 03, 05, 06, 09, 13, 15, 18, 30, 40, 50;
- тензорезисторы с резистивными решетками группы P: 08, 40.

Символы группы [IV] – цифровой индекс в этой группе обозначений указывает на величину длины базы тензорезистора, мм.

Символы группы [V] – буквенные индексы этой группы указывают конфигурацию решетки и конструктивное исполнение проволочных гибких выводов тензорезистора.

Символы группы [VI] – цифровой индекс в этой группе обозначений указывает на величину сопротивления тензорезистора, Ом.

Символы группы [VII] – буквенный индекс в этой группе указывает дополнительные опции по конструктивному исполнению контактных площадок (выводов) тензорезистора.

Соответствие номера S-T-C и материала, на который наклеивается датчик, приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Номер S-T-C	Коэффициент линейного расширения материала, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне $(0\div 100)^{\circ}\text{C}$)	Материал
00	1,4	Инвар сплав (FeNi)
	0,5	Кварц, расплавленный
	1,4	Титановый силикат*
03	5,4	Жженный глинозем (алюминий)
	4,9	Молибден*
	4,3	Вольфрам
05	5,6	Цирконий
	9,2	Стекло силикатное
	9,9	Нержавеющая сталь ферритная, (410)
	8,6	Титан, чистый
06	8,8	Титановый сплав, 6 AL-4V*
	11,5	Бериллий
	10,8	Серый чугун
	12,6	Инконель, Ni-Cr-Fe сплав
	12,1	Инконель X, Ni-Cr-Fe сплав
	13,5	Монель, Ni-Cu сплав
	11,9	Никель-А, Cu-Zn-Ni сплав
	11,3	Сталь 4340
	12,1	Сталь углеродистая, 1008, 1018*
	10,8	Нержавеющая сталь, закалка-старение (17-4 PH)
	10,3	Нержавеющая сталь, закалка-старение (17-7 PH)
	9,0	Нержавеющая сталь, закалка-старение (PH15-7Mo)
09	16,7	Бериллий – медь, Cu25,Be25
	18,4	Фосфор-бронза, Cu90,Sn10
	16,6	Медь; 99,9%+
	17,3	Нержавеющая сталь аустенитная (304) *
	17,4	Нержавеющая сталь аустенитная (310)
	16,0	Нержавеющая сталь аустенитная,(316)
13	23,2	Алюминиевый сплав 2024-T4*
	20,0	7075 T6; латунь
	22,7	Cu70 Zn30; олово чистое
15	26,1	Магниевый сплав, AZ-318*
18, 30, 40, 50		Пластмассы и композитные материалы
* - материал, используемый для температурной компенсации выходного сигнала		

Пример маркировки тензорезисторов фольговых универсальных МТ: МТ-ЕА-06-6.35BG-120W. В этом обозначении:

- МТ – торговая марка;
- Е – тензорезисторы общего применения на подложке из литьевого полиимида с открытым резистивным слоем;
- А – материал резистивной решетки самотермокомпенсированная константановая фольга;
- 06 – номер S-T-S, (возможна самотермокомпенсация при наклеивании на материалы с коэффициентом линейного расширения $(9 \div 11,5) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$);
- 6.35 – база тензорезистора, длина измерительной решетки;
- BG – конфигурация решетки и конструктивное исполнение проволочных гибких выводов тензорезистора с обозначением по каталогу BG;
- 120 – сопротивление тензорезистора, Ом;
- W – герметизированные полиамидным компаундом с распаечными контактными площадками.

Основные технические характеристики тензорезисторов фольговых универсальных МТ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры и характеристики тензорезисторов	Значение параметра или характеристики / тип					
	E	C	N	W	S	L
Номинальное значение сопротивления тензорезистора при нормальных условиях, Ом	120, 350, 1000	120, 350, 1000	120 350 1000	120 350	120 350	120 350
Чувствительность при нормальных условиях	$2,05 \pm 0,5$	$2,0 \pm 1$	$2,0 \pm 1$	$2,03 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,5$
Пределы СКО ТХС в рабочей области значений температуры, мкОм/Ом	150 ÷ 500	150 ÷ 500	150 ÷ 500	300 ÷ 800	300 ÷ 800	150 ÷ 500
Сопротивление изоляции, не менее, МОм	100					
Диапазон измеряемых деформаций при нормальных условиях, млн ⁻¹	-5000 ÷ +5000					
Диапазон рабочих температур, °С	-75 ÷ +175	-75 ÷ +175	-75 ÷ +95	-195 ÷ +260	-195 ÷ +230	-75 ÷ +120
Нелинейность функции преобразования тензорезисторов при нормальных условиях, не более, %	1					
Диапазон температурной самокомпенсации, °С	+10 ÷ +80					
Размеры резистивного слоя:						
- длина, мм	0,79 ÷ 10,92					
- ширина, мм	1,57 ÷ 4,45					

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист паспорта, прилагающегося к партии тензорезисторов фольговых универсальных МТ типов E, C, L, N, W, S, типографским способом.

Комплектность средства измерений

поставки тензорезисторов фольговых универсальных МТ типов E, C, L, N, W, S приведена в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Количество
Тензорезисторы	- модификация, типоразмер, количество, в соответствии с заказом
Упаковка	- 1 штука
Паспорт	- 1 экземпляр (на партию)
Руководство по эксплуатации и инструкция по наклейке	- 1 экземпляр (на партию)
Методика поверки МП РТ 1986-2013	- 1 экземпляр (на партию)
Клей	- по отдельному заказу

Поверка

осуществляется по документу МП РТ 1986-2013 «Тензорезисторы фольговые универсальные МТ типов E, C, L, N, W, S. Методика поверки», утверждённому ГЦИ СИ ФБУ «Ростест - Москва» 08 октября 2013 г.

Перечень основных средств поверки (эталонов), применяемых для поверки:

- омметр цифровой Щ-34, верхние пределы диапазонов измерений сопротивлений 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм. Погрешность измерений $\pm(0,1+0,02 \cdot (R_k/R_x-1))$, где R_k – верхний предел диапазона измерений; R_x – значение измеряемой величины;
- установка калибровочная с балками постоянного сечения, нагружаемыми по схеме чистого изгиба, пределы максимального значения относительной погрешности измерения (воспроизведения) деформации $\pm 0,25\%$;
- усилитель измерительный многоканальный QuantumX MX-840A, ± 10 мВ/В, погрешность измерений - $\pm (0,002 \cdot K + 3 \text{ е.м.р.})$ – при статических измерениях.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к тензорезисторам фольговым универсальным МТ типов E, C, L, N, W, S

1. ГОСТ 8.543-86. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений деформации.
2. ГОСТ 21616-91. Тензорезисторы. Общие технические условия.
3. Техническая документация фирмы изготовителя “Vishay Precision Group”, США.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- для применения вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Изготовитель Фирма «Vishay Precision Group», США
Адрес: 951 Wendell Blvd., Wendell, NC 27591 USA
Телефон: +1-919-365-3800
Факс: +1-919-365-3945
E-mail: mm.us@vishaypg.com
<http://www.vishaypg.com>

Заявитель Общество с ограниченной ответственностью ООО «МТ-Солюшнс»
Юридический (почтовый) адрес:
119234, г. Москва, ул. Ленинские горы, дом 1, строение 75Б
Телефон: +7 (495) 620-5925
Факс: +7 (495) 620-5765
E-mail: <http://office@mt-solutions.eu>
www.messtechnik.ru

Испытательный центр Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москве» (ГЦИ СИ ФБУ «Ростест - Москва»)
117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 31
Тел.: (499) 129-19-11, факс: (499) 124-99-96
Email: <http://info@rostest.ru>
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г..

Заместитель Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2014 г.