

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Тензорезисторы ВТ

#### Назначение средства измерений

Тензорезисторы ВТ (далее – тензорезисторы) предназначены для измерений деформаций поверхности деталей машин и конструкций при статических и динамических нагрузках, а также использования в качестве чувствительного элемента в датчиках различного назначения.

#### Описание средства измерений

Принцип действия тензорезисторов основан на тензорезистивном эффекте, т.е. на свойстве изменения электросопротивления проводника в результате его деформации.

Тензорезисторы состоят из чувствительного элемента (решетка), подложки и выводов.

Тензорезисторы являются приклеиваемыми, фольговыми, термокомпенсированными и выпускаются в шести исполнениях:

- ВТФ – на фенольной пленочной подложке (фенолоформальдегидная смола);
- ВТБ – на бумажной подложке;
- ВТТ – на бумажной подложке для повышенных температур;
- ВТП – на полиамидной пленочной подложке (полиамидный лак);
- ВТВ – на полиамидной пленочной подложке для повышенных температур;
- ВТС – на полиамидной пленочной подложке, армированной стекловолокном.

Тензорезисторы изготавливаются партиями (совокупность тензорезисторов одного типоразмера, изготовленных одним непрерывным технологическим запуском из материалов одной поставки).

Тензорезисторы выпускаются в исполнениях, которые отличаются по материалу подложки, конфигурации решетки, конструктивному исполнению контактов, нормированными значениями метрологических и технических характеристик согласно таблицам 1-3.

Пример формирования условного обозначения тензорезистора:

ВТ	I	–	II	III	–	IV	–	V	–	VI	VII
	Ф		3	ПБ		350		11		В	100

где:

I – Тип материала подложки:

Ф – на фенольной пленочной подложке (фенолоформальдегидная смола);

Б – на бумажной подложке;

Т – на бумажной подложке для повышенных температур;

П – на полиамидной пленочной подложке (полиамидный лак);

В – на полиамидной пленочной подложке для повышенных температур;

С – на полиамидной пленочной подложке, армированной стекловолокном;

II – Номинальная база (длина решетки), мм, согласно таблице 3.

III – Код конфигурации решетки, согласно таблице 3.

IV – Номинальное сопротивление, Ом, согласно таблице 3.

V – Температурный коэффициент линейного расширения материала объекта измерения:

2 – композитные материалы;

9 – сплав титана;

11 – сплав стали, мартенситная нержавеющая сталь и электролитическое напыление нержавеющей стали;

16 – аустенитная нержавеющая сталь и материал на основе меди;

23 – сплав алюминия;

27 – сплав магния;

65 – пластики.

VI – Исполнение контактов тензорезистора:

A – полностью открытые, без выводов, без влагозащиты;

B – открытые контактные площадки;

B – луженые контактные площадки, влагозащита полиимидной пленкой;

Г – полностью открытые с выводными проводниками;

K – выводные проводники круглого сечения длиной 30 мм, влагозащита полиимидной пленкой;

II – плоские выводные проводники прямоугольного сечения длиной 30 мм, влагозащита полиимидной пленкой;

L – выводные проводники в лаковой изоляции длиной 30 мм, влагозащита полиимидной пленкой;

P – выводные проводники в ПВХ изоляции длиной 30 мм, влагозащита полиимидной пленкой;

C – выводные проводники в высокотемпературной изоляции длиной 30 мм, влагозащита полиимидной пленкой;

ЛР – комбинированный вывод, состоящий из двух сегментов: провод в лаковой изоляции длиной 30 мм, провод в ПВХ изоляции, влагозащита полиимидной пленкой;

ЛС – комбинированный вывод, состоящий из двух сегментов: провод в лаковой изоляции длиной 30 мм, провод в высокотемпературной изоляции, влагозащита полиимидной пленкой;

VII – Длина выводов, мм. Если длина выводов по умолчанию 30 мм, то данный параметр не указывается. Данный параметр не указывается для исполнения контактов тензорезистора А, Б, В (параметр VI).

Серийный номер тензорезисторов, знак утверждения типа и обозначение исполнения указывается в паспорте на партию тензорезисторов и на упаковке группы.

Нанесение знака поверки и знака утверждения типа на средство измерений не предусмотрено. Обозначения исполнения тензорезистора, серийный номер, состоящие из арабских цифр и латинских букв, наносятся на упаковку группы типографским методом.

Пломбирование тензорезисторов не предусмотрено. Конструкция тензорезисторов обеспечивает ограничение доступа к частям, несущим первичную измерительную информацию, и местам настройки (регулировки).

Общий вид тензорезисторов и упаковки тензорезисторов с указанием мест нанесения серийного номера, знака утверждения типа и товарного знака производителя представлены на рисунках 1, 2.

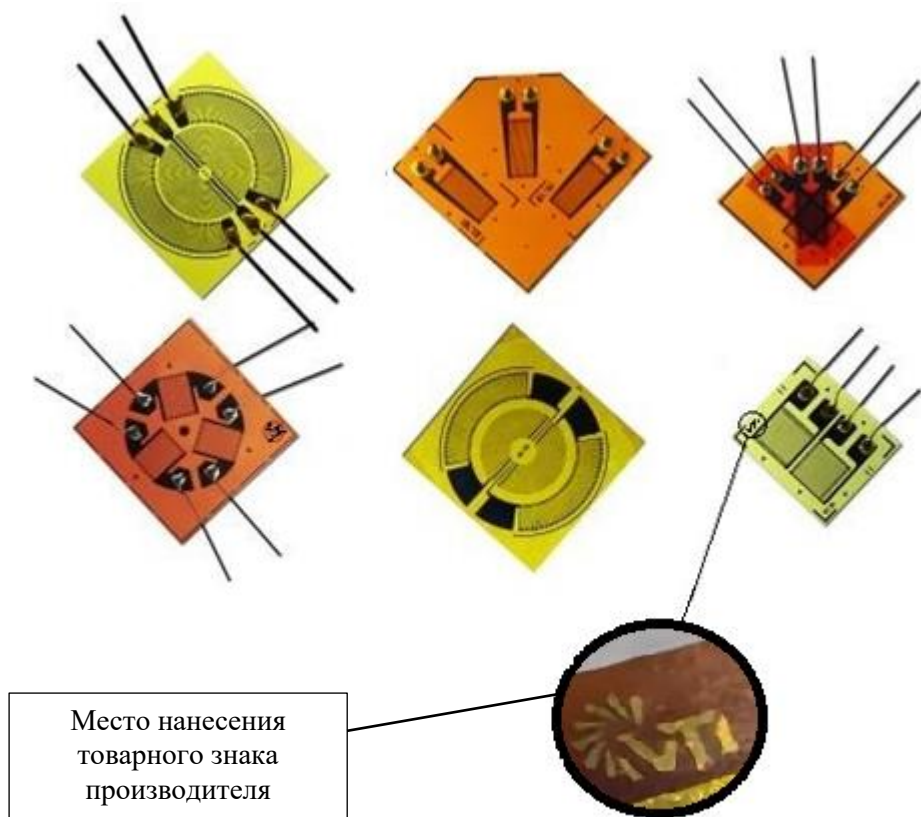


Рисунок 1 – Общий вид тензорезисторов

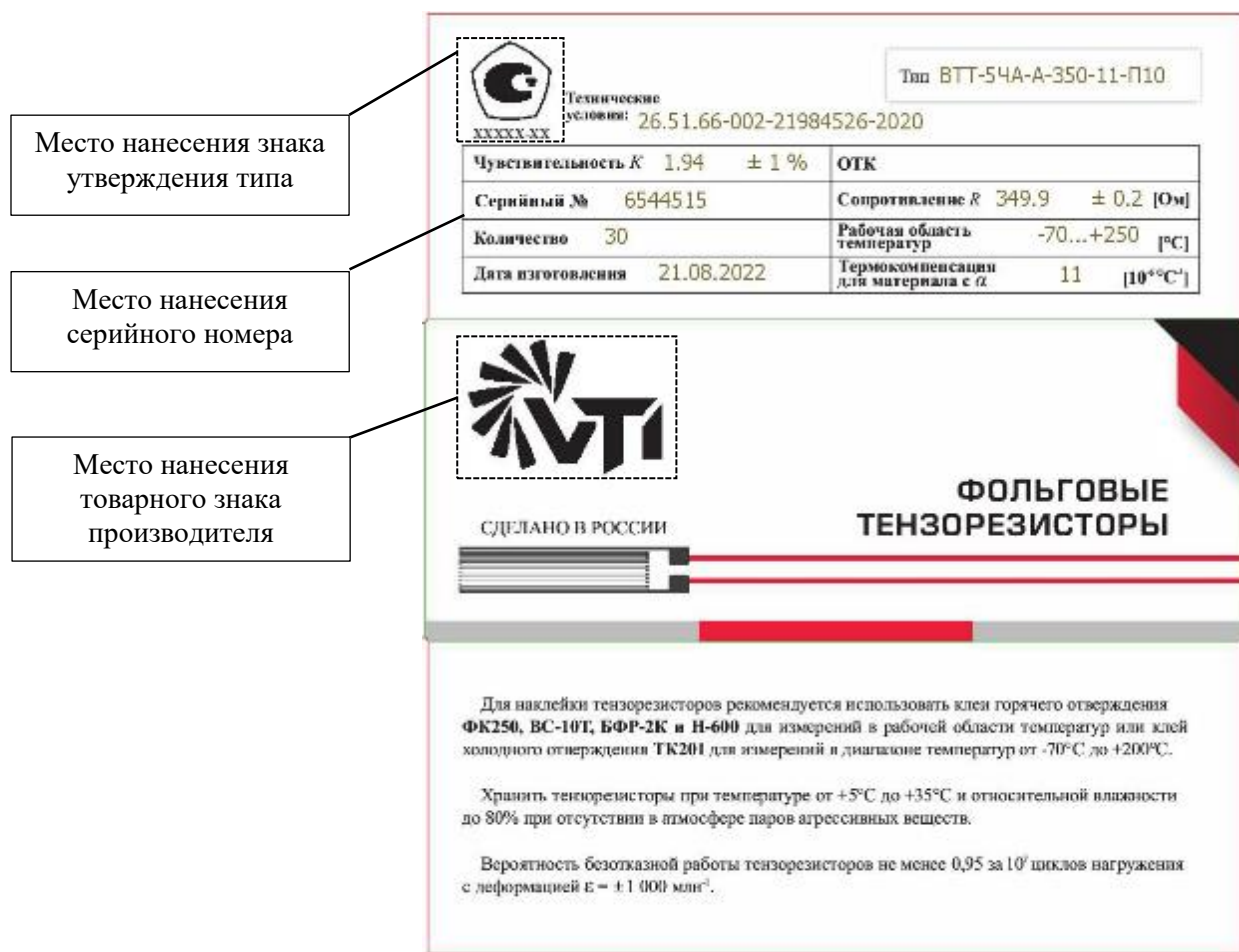


Рисунок 2 – Общий вид упаковки тензорезисторов

## Метрологические и технические характеристики

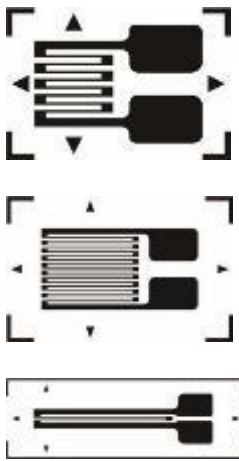
Таблица 1 – Метрологические характеристики


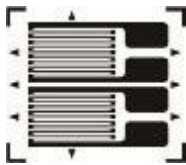
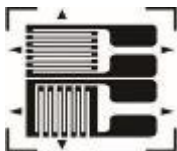
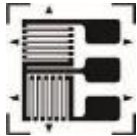



Наименование характеристики	Значение для исполнений					
	ВТП	ВТВ	ВТФ	ВТБ	ВТТ	ВТС
Диапазон измерений деформации, млн <sup>-1</sup>	от – 3000 до + 3000					
Предельное относительное отклонение электрического сопротивления в партии от номинального, %	± 1,0					
Предельное относительное отклонение электрического сопротивления в группе от среднего, %	± 0,10; ± 0,20; ± 0,50					± 0,15
Среднее значение чувствительности при нормальных условиях*	от 1,86 до 2,20	от 1,8 до 2,2			от 1,75 до 2,05	
Среднее квадратическое отклонение чувствительности в партии, %, не более	1,0					
Пределы относительного среднего значения часовой ползучести, при нормальных условиях, %	± 0,3					± 1,5
Среднее квадратическое отклонение часовой ползучести, при нормальных условиях, %, не более	0,2	0,1			0,8	
Пределы среднего значения часовой ползучести, при максимальной температуре, %	± 2,0	± 1,5			± 5,0	
Среднее квадратическое отклонение часовой ползучести, при максимальной температуре, %, не более	1,0					2,0
Пределы среднего значения температурного коэффициента чувствительности при максимальной (минимальной) температуре, %·°C <sup>-1</sup>	± 0,1					
Среднее квадратическое отклонение температурного коэффициента чувствительности при максимальной (минимальной) температуре, %·°C <sup>-1</sup> , не более	0,1					
*Нормальные условия согласно ГОСТ 21616-91						

Таблица 2 – Основные технические характеристики

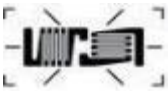
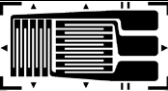
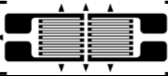
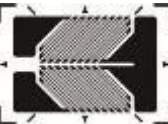



Наименование характеристики	Значение для исполнений					
	ВТП	ВТБ	ВТФ	ВТВ	ВТТ	ВТС
Предельная деформация, млн <sup>-1</sup> , не менее	30000					
Условия эксплуатации: - интервал рабочей температуры, °С	от -50 до +100		от -70 до +210	от -70 до +250	от -70 до +350	
- относительная влажность, %, не более	80		80	80	80	
Интервал термокомпенсации, °С	от -50 до +100		от -70 до +210	от -70 до +250	от -70 до +350	
Максимальный рабочий ток питания, мА	30					
Электрическое сопротивление изоляции в рабочей области значений температуры, МОм, не менее	1000					
Толщина тензорезистора с учетом покровной пленки, но без учета мест подпайки выводов, мкм	55±15	65±15	55±15		65±15	
Масса тензорезистора, г, не более - для тензорезисторов с одним чувствительным элементом, - для тензорезисторов с числом чувствительных элементов более одного	0,1  0,2					
Число циклов знакопеременной деформации с амплитудой ± 1000 млн <sup>-1</sup> при вероятности 0,95, не менее	10 <sup>7</sup>					

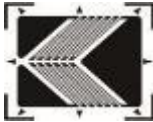

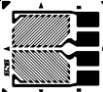

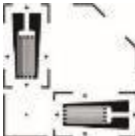
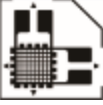


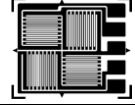
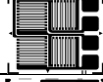

Таблица 3 – Конфигурации решетки, габаритные размеры, номинальная база, номинальное электрическое сопротивление



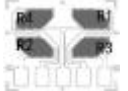
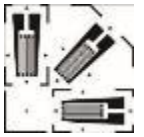












Внешний вид	Код конфигурации решетки	Габаритные размеры подложки, мм, не более		Номинальная база, мм	Номинальное электрическое сопротивление, Ом
		Длина	Ширина		
	ЧА ЧА-А ЧА-Б ЧА-В ЧА-Г	от 36 до 78	от 2,2 до 2,3	от 30 до 70	10
		3,6	3,0	от 0,2 до 0,5	60
		от 5,0 до 29,5	от 2,2 до 5,9	от 0,5 до 20	100
		от 2,2 до 110,0	от 1,5 до 7,0	от 0,2 до 100	120
		от 4,9 до 58,2	от 4,0 до 7,4	от 0,5 до 50	200
		от 4,6 до 5,5	от 2,5 до 3,6	от 1 до 3	300
		от 2,9 до 26	от 2,0 до 6,1	от 1 до 20	350
		от 4,9 до 29,5	от 4,7 до 8,1	от 0,5 до 20	400
		7,4	4,4	3	440
		от 4,2 до 11,6	от 1,4 до 5,3	от 2 до 6	500
		4,0	2,5	1,5	600
		от 8,9 до 10,6	от 5,6 до 5,9	от 4 до 6	650
		от 8,6 до 18,5	от 5,6 до 8,1	от 2 до 10	700
		7,9	4,6	4	840
		от 4,5 до 14,8	от 4,5 до 7,4	от 1 до 10	1000
		от 6,5 до 7,4	от 4,5 до 4,7	от 2 до 3	1500
		от 4,8 до 8,6	от 4,4 до 6,0	от 2 до 4	2000
		от 7,4 до 11,0	от 4,5 до 8,0	от 3 до 6	2500
		от 8,7 до 9,8	5,2	от 5 до 6	3000
		10,1	5,5	6	4000
6,7	5,8	3	5000		

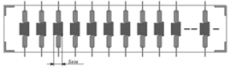


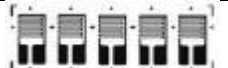
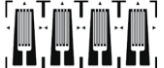

Внешний вид	Код конфигурации решетки	Габаритные размеры подложки, мм, не более		Номинальная база, мм	Номинальное электрическое сопротивление, Ом
		Длина	Ширина		
	ЧБ	8,2	5,1	3	60
		от 8,4 до 9,7	от 4,8 до 7,4	от 3 до 6	120
		от 6,4 до 13,3	от 5,1 до 10,0	от 2 до 8	350
		9,1	5,8	4	500
		от 6,7 до 11,0	от 3,7 до 5,8	от 2 до 4	1000
	ПА	от 5,6 до 10,0	от 5,2 до 7,9	от 2 до 5	120
		от 6,4 до 24,7	от 6,1 до 8,8	от 2 до 20	350
		9,8	7,3	6	500
		от 6,4 до 12,1	от 6,7 до 9,6	от 2 до 6	1000
	ПБ	8,2	6,6	3	100
		от 4,0 до 11,0	от 3,0 до 8,0	от 0,8 до 4	120
		11,8	4,4	5	200
		от 5,0 до 13,8	от 5,0 до 9,7	от 1 до 6	350
		8,6	6,6	3	480
		9,7	7,7	4	600
		10,3	7,9	4	650
		от 7,2 до 13,8	от 6,0 до 9,7	от 2 до 6	1000
	ПБ-А	10,4	7,3	4	100
		от 6,6 до 10,3	от 5,6 до 7,5	от 2 до 4	120
		от 7,9 до 14,3	от 6,2 до 9,6	от 1,6 до 6	350
		5,8	5,8	2	800
		от 5,4 до 9,4	от 5,3 до 7,0	от 2 до 4	1000
		8,8	6,5	3	2000
	ПБ-Б	9,6	9,8	5	160
	ПБ-В	9,6	9,8	5	600
	ПБ-Г	9,4	8,1	5	700
					1000
					350
					700



Внешний вид	Код конфигурации решетки	Габаритные размеры подложки, мм, не более		Номинальная база, мм	Номинальное электрическое сопротивление, Ом
		Длина	Ширина		
	ПВ	от 13,5 до 30,4	от 6,8 до 12,8	от 3 до 10	100
		от 14,3 до 34,0	от 7,3 до 14,6	от 3 до 10	200
		от 14,4 до 34,0			400
		14,1	5,5	3	2000
	ПВ-А	7,8	4,0	2	350
		9,6	9,8	5	700
	ПГ	от 10,8 до 15,3	от 4,4 до 5,8	от 2 до 4	350
	ПЕ	9,0	5,6	2	175
		от 6,0 до 10,9	от 4,0 до 10,5	от 1 до 6	350
		9,0	7,8	4	650
		от 9,0 до 9,9	от 6,2 до 7,8	от 3 до 4	700
		от 9,0 до 9,9	от 5,6 до 7,5	от 2 до 4	1000
		9,9	6,2	3	2000
	ПЕ-А	от 9,0 до 10,9	от 5,6 до 10,5	от 2 до 6	350
		10,4	7,4	3	400
		8,5	6,3	3	650
		9,9	6,2	3	700
		от 9,0 до 9,9	от 5,6 до 7,8	от 2 до 4	1000
		10,8	8,0	4	2000
	ПЕ-Б	от 7,2 до 10,7	от 6,3 до 9,3	от 2 до 5	350
		11,4	7,6	3	500
		15,7	9,6	5	1000
	ПЕ-В	от 7,2 до 13,0	от 6,3 до 14,4	от 2 до 8	350
		от 7,2 до 10,7	от 6,3 до 7,8	от 2 до 3	1000

Внешний вид	Код конфигурации и решетки	Габаритные размеры подложки, мм, не более		Номинальная база, мм	Номинальное электрическое сопротивление, Ом
		Длина	Ширина		
	ПЕ-Г	от 5,3 до 8,3	от 4,5 до 8,3	от 1 до 4	120
		от 11,2 до 17,5	от 11,2 до 17,5	от 3 до 5	200
		от 8,3 до 10,5	от 5,7 до 11,1	от 2 до 6	350
		от 11,2 до 20,5	от 10,0 до 19,0	от 3 до 10	400
		7,5	7,5	4	650
		от 7,5 до 8,5	от 7,5 до 7,6	от 3 до 4	700
		от 10,3 до 12,2	от 7,5 до 8,0	от 3 до 3,4	2000
	ПЕ-Д	7,0	5,8	2	120
		от 8,3 до 10,6	от 5,7 до 11,1	от 2 до 6	350
		7,5	7,5	4	700
	ПЕ-Е	7,1	6,4	2	1000
	ПЕ-И	9,8	8,4	2,3	700
		11,5	9,5	3,1	2000
	ДА	от 6,0 до 15,0	от 6,0 до 15,0	от 1 до 6	120
	ДА-А	от 10,4 до 11,0	от 10,4 до 11,0	от 2 до 3	350
	ДБ	от 5,7 до 7,8	от 5,7 до 7,8	от 1 до 2	120
		7,5	7,5	2	350
	ДВ	от 4,0 до 11,0	от 4,0 до 11,0	от 1 до 5	120
	УА	10,0	10,0	2	240
		7,4	8,5	2	350
		7,4	8,5	2	400
		от 8,6 до 9,8	от 7,2 до 8,4	от 2 до 3	1000
	УА-А	от 7,4 до 7,9	от 8,4 до 9,0	от 2 до 2,5	350
		9,6	11,1	от 2 до 3	1000
	УА-Б	от 6,7 до 8,6	от 7,4 до 7,5	от 1,8 до 2	350
	УА-В	7,9	5,2	2	1000
					1200

Внешний вид	Код конфигурации решетки	Габаритные размеры подложки, мм, не более		Номинальная база, мм	Номинальное электрическое сопротивление, Ом
		Длина	Ширина		
	УА-Г	62,5	16,0	9	400
		20,0	5,7	3	700
	УА-Д	8,2	6,4	1	350
		8,2	7,7	2	1000
	УБ	9,8	8,4	2,3	700
		11,5	9,5	3,1	2000
	ТА	от 7,6 до 15,0	от 7,6 до 15,0	от 1 до 6	120
		от 10,4 до 11,7	от 10,4 до 11,7	от 2 до 4	350
	ТБ	от 5,7 до 9,5	от 5,7 до 9,5	от 1 до 4	120
		7,5	7,5	2	350
	ТВ	4,0	4,0	1	120
	ТГ	от 6,7 до 11,5	от 6,7 до 11,5	от 1 до 4	120
	ТД	от 12,0 до 17,4	от 12,0 до 17,4	от 3 до 5	100
		11,0	11,0	2	120
		17,0	17,0	10	200
	ТЕ	12,0	12,0	5	100
		от 12,0 до 17,0	от 12,0 до 17,0	от 5 до 10	200
	ТИ	от 13,5 до 20,0	от 13,5 до 20,0	от 3 до 5	100
		13,5	13,5	3	200
	ТК	20,0	20,0	3	100
		20,0	20,0	3	200
	ТЛ	8,9	8,9	2	120
		от 10,4 до 11,6	от 10,4 до 11,6	от 2 до 3	350
	ТМ	от 11,0 до 17,2	от 11,0 до 17,2	от 2 до 6	120
	СА	14,7	9,1	3	350
	СБ	11,0	от 8,0 до 8,5	1	120
	ЦА	30,0	9,0	1	100
		55,0	10,0	3	100

Внешний вид	Код конфигурации и решетки	Габаритные размеры подложки, мм, не более		Номинальная база, мм	Номинальное электрическое сопротивление, Ом	
		Длина	Ширина			
	ЦА-А	30,0	9,0	1	100	
		55,0	10,0	3	100	
	ЦА-Б	30,0	9,0	1	100	
		55,0	10,0	3	100	
	ЦБ	от 8,2 до 15,4	от 4,0 до 6,2	от 1 до 2	120	
		от 13,3 до 20,0	от 3,9 до 5,0	от 1 до 2	350	
	ЦВ	от 8,3 до 28,8	от 4,5 до 6,6	от 0,9 до 3	120	
	ЦГ	11,0	8,0	4	120	
	МА	Ø 10,0		10	120	
		от Ø6,0 до Ø20,0		от 6 до 20		350
		от Ø17,0 до Ø27,0		от 15 до 25		400
		Ø9,9		7		420
		Ø6,0		6		500
		Ø9,8		6		550
		Ø6,0		6		700
		Ø20,0		20		750
		от Ø8,7 до Ø20,0		от 7 до 20		1000
		Ø9,9		7		1200
		от Ø10,0 до Ø16,0		от 10 до 13		1500
		Ø13,0		10		1650
		от Ø13,0 до Ø20,0		от 10 до 18		2000
		Ø20,0		20		2500
Ø14,0		14		3000		

Примечание: Фактические значения характеристик приводятся в техническом паспорте на партию тензорезисторов

### **Знак утверждения типа**

наносится на титульный лист технических условий, паспорта, упаковку группы типографским способом.

### **Комплектность средства измерений**

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Тензорезисторы	ВТ I–II III– IV–V-VI VII	не менее 5 шт. в группе
Инструкция по наклейке тензорезисторов клеем Н-600	–	1 экз.
Упаковка группы (тара)	–	1 шт.*
Паспорт	–	1 экз.*
Методика поверки	–	1 экз.**
* - на каждую группу ** - в один адрес		

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в п. 3 «Измерение и обработка результатов» паспорта на тензорезисторы ВТ.

### **Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений**

ТУ 26.51.66-002-21984526-2020 «Тензорезисторы ВТ. Технические условия»;  
СМК 02 СТО 47-2020 «Метрологическое обеспечение. Локальная поверочная схема для средств измерений деформации, утвержденная УНИИМ - филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2021 г.

### **Правообладатель**

Общество с ограниченной ответственностью «Высокоточные измерения»  
(ООО «Высокоточные измерения»)  
ИНН 2628803187  
Юридический адрес: 109316, г. Москва, Вн.тер.г. муниципальный округ Таганский, пр-кт Волгоградский, д. 6, помещ. 2/1

### **Изготовители**

Общество с ограниченной ответственностью «Высокоточные измерения»  
(ООО «Высокоточные измерения»)  
ИНН 2628803187  
Адрес: 109316, г. Москва, Вн.тер.г. муниципальный округ Таганский, пр-кт Волгоградский, д. 6, помещ. 2/1

Общество с ограниченной ответственностью Торговый Дом «ЮгВесСтрой»  
(ООО Торговый Дом «ЮгВесСтрой»)  
ИНН 2635227199  
Адрес: 355014, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Черниговская, д. 4/1, оф. 158

**Испытательный центр**

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева» УНИИМ - филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

Адрес: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 4

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311373.

