

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Тензорезисторы фольговые ФК

#### Назначение средства измерений

Тензорезисторы фольговые ФК (далее - тензорезисторы) предназначены для измерения деформаций в деталях машин и конструкций при статических и динамических нагрузках, а также в качестве чувствительных элементов первичных преобразователей различных физических величин.

#### Описание средства измерений

Конструктивно тензорезисторы состоят из чувствительного элемента, изготовленного из тонкой фольги, закрепленной с помощью связующего на подложке. От воздействия внешних факторов окружающей среды чувствительный элемент тензорезисторов сверху защищен пленочным слоем непроводящего материала (протекторная защита). Тензорезисторы предназначены для разовой наклейки и являются невосстанавливаемыми изделиями.

Принцип действия тензорезисторов основан на тензорезистивном эффекте, то есть на свойстве проводников изменять свое сопротивление при деформации.

Конструктивные конфигурации тензорезисторов:

– одиночные тензорезисторы с параллельным расположением нитей чувствительного элемента относительно продольной оси тензорезисторов и способностью измерять деформации растяжения или сжатия при одноосном напряженном состоянии;

– тензорезисторные розетки с расположением двух, трех и четырех чувствительных элементов на одной подложке под определенным углом ( $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $180^\circ$ ) и способностью измерять деформации сдвига или деформации в двух или трех направлениях, совпадающих с главными осями тензорезисторов;

– тензорезисторная мембрана для измерений радиальных и тангенциальных деформаций.

Условное обозначение тензорезисторов имеет следующий вид:

[I]ФК[II]-[III]-[IV]-[V]-[VI]-[VII].

Группа знаков [I] - тип подложки: 1 - клеевая основа; 2 - бумага; 3 - полимерная пленка; 4 - сталь.

Знак «ФК» - обозначение типа чувствительного элемента (фольга константановая).

Группа знаков [II] - конфигурация чувствительного элемента: П - одиночные; P1...P10 - розетки; M1...M2 - мембраны.

Группа знаков [III] - длина чувствительного элемента (номинальная база), мм.

Группа знаков [IV] - номинальное электрическое сопротивление, Ом.

Группа знаков [V] - группа показателей точности.

Группа знаков [VI] - температурный коэффициент линейного расширения материала без множителя  $10^{-6}$ , при установке на который тензорезистор является термокомпенсированным,  $^\circ\text{C}^{-1}$ .

Группа знаков [VII] - исполнение: С - стандартные выводы; С1 - без выводов; С2 - нестандартные выводы; С3 - без защитного покрытия; С4 - без выводов и защитного покрытия; С5 - без выводов с облуженными точками.

Общий вид тензорезисторов фольговых ФК представлен на рисунке 1.

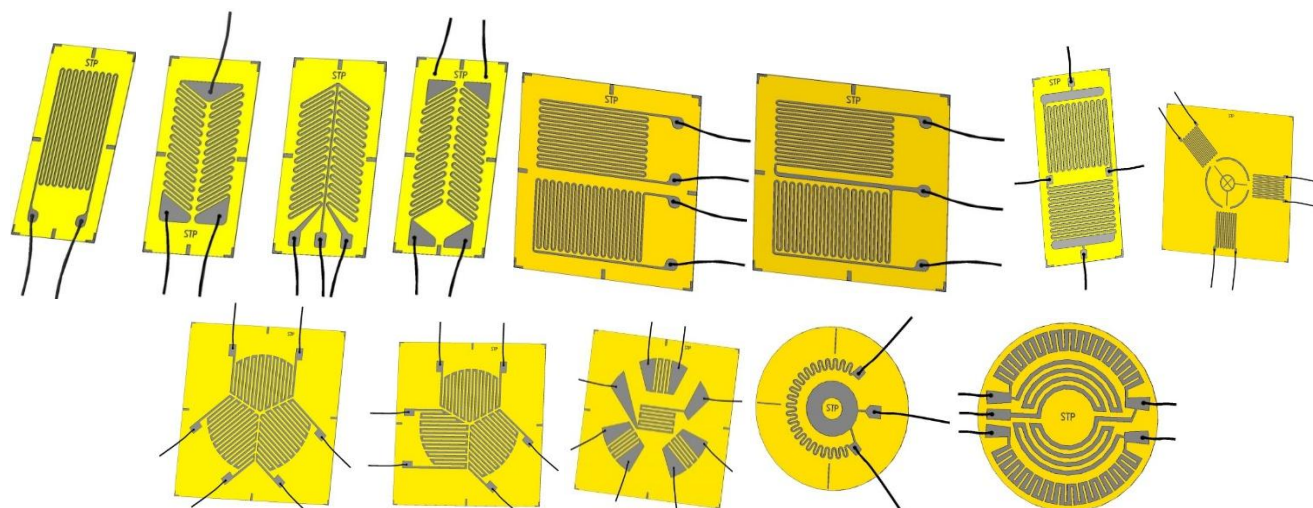


Рисунок 1 - Общий вид тензорезисторов фольговых ФК

### Метрологические и технические характеристики

Типоразмеры, номинальная база, номинальное электрическое сопротивление, габаритные размеры (без толщины) тензорезисторов ФК приведены в таблице 2, метрологические характеристики - в таблице 1, общие характеристики для всех видов тензорезисторов - в таблице 3.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения деформации, млн <sup>-1</sup>	+3000
Номинальная база, мм	0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 15,0; 20,0; 30,0; 40,0; 50,0; 60,0
Допустимое отклонение от номинальной базы, %	+25
Номинальное сопротивление, Ом	50; 100; 120; 200; 350; 400; 700; 1000
Предельное относительное отклонение сопротивления в партии от номинального для групп качества А, Б, В соответственно, %, не более	±0,35; ±0,8; ±1,0
Среднее значение чувствительности при нормальных условиях	от 1,90 до 2,30
Среднее квадратическое отклонение (СКО) чувствительности при нормальных условиях для групп качества А, Б, В, соответственно, не более	0,02; 0,03; 0,05
Нелинейность функции преобразования при нормальных условиях для групп качества А, Б, В соответственно, %, не более	1; 2; 3
Среднее значение часовой ползучести при нормальных условиях для групп качества А, Б, В соответственно, %, не более	±0,5; ±1,0; ±1,5
СКО часовой ползучести при нормальных условиях для групп качества А, Б, В соответственно, %, не более	0,5; 1,0; 1,5
СКО погрешности аппроксимации функции влияния температуры на чувствительность для групп качества А, Б, В, соответственно, не более	0,02; 0,04; 0,07

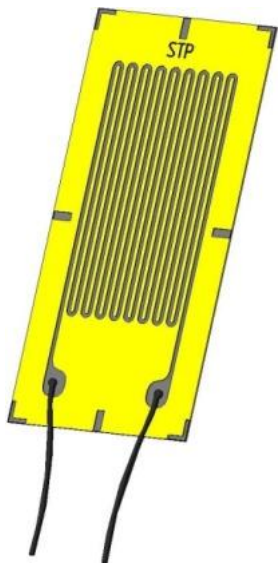
Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Температурная характеристика сопротивления (ТХС), где t - температура в °С; C <sub>0</sub> , C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> и C <sub>3</sub> - коэффициенты	$\hat{x}(t) = C_0 \times + C_1 \times t + C_2 \times t^2 + C_3 \times t^3$
СКО погрешности аппроксимации, мкОм/Ом, не более	10; 40; 100
Максимальное значение ТХС в рабочей области значений температуры, для групп качества А, Б, В, соответственно, мкОм/Ом, не более	800; 1300; 1800
СКО максимального значения ТХС в рабочей области значений температуры для групп качества А, Б и В соответственно, мкОм/Ом, не более	20; 50 и 100
Среднее значение воспроизводимости начального сопротивления для групп качества А, Б, В соответственно, мкОм/Ом, не более	20; 40; 80
СКО воспроизводимости начального сопротивления для групп качества А, Б, В соответственно, мкОм/Ом, не более	30; 50; 75
Среднее значение часового дрейфа при максимальной температуре для групп качества А, Б, В соответственно, мкОм/Ом, не более	±20; ±100; ±500
СКО часового дрейфа при максимальной температуре для групп качества А, Б, В соответственно, мкОм/Ом, не более	5; 20; 60
Минимальное значение сопротивления изоляции в рабочей области значений температуры для групп качества А, Б, В соответственно, МОм	200; 50; 10

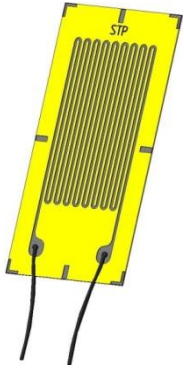
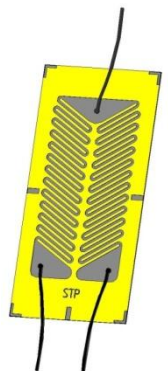
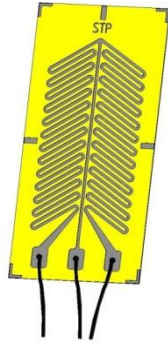
Таблица 2 - Основные технические характеристики

Обозначение (группа знаков ФК[II]-[III]-[IV])	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная база (длина тензорешетки), мм	Длина подложки, мм	Ширина подложки, мм	Внешний вид
ФКП-0,5-100	100	0,5	5,0	2,3	
ФКП-0,5-120	120	0,5	3,0	2,6	
ФКП-1-50	50	1	6,6	5,5	
ФКП-1-100	100	1	6,0	4,7	
ФКП-1-120	120	1	4,3	3,5	
ФКП-1-200	200	1	6,0	4,7	
ФКП-1-350	350	1	4,8	3,4	
ФКП-2-120	120	2	6,2	3,4	
ФКП-2-350	350	2	6,5	4,5	
ФКП-2-700	700	2	7,5	4,4	
ФКП-2-1000	1000	2	7,2	4,5	
ФКП-3-100	100	3	8,5	5,7	
ФКП-3-120	120	3	6,4	3,5	
ФКП-3-200	200	3	8,3	4,7	
ФКП-3-350	350	3	7,4	4,4	
ФКП-3-400	400	3	8,3	7,2	
ФКП-3-700	700	3	10,9	5,9	
ФКП-3-1000	1000	3	10,9	5,9	

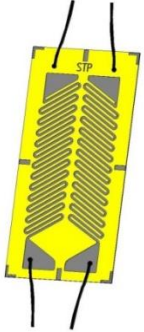
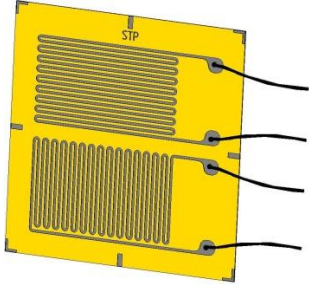
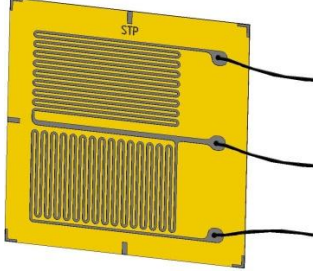
Продолжение таблицы 2

Обозначение (группа знаков ФК[II]- [III]- [IV])	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная база (длина тензо- решетки), мм	Длина подложки, мм	Ширина подложки, мм	Внешний вид
ФКП-4-120	120	4	8,2	3,6	
ФКП-4-200	200	4	8,0	3,6	
ФКП-4-350	350	4	8,2	4,2	
ФКП-4-700	700	4	10,7	5,8	
ФКП-4-1000	1000	4	10,7	5,8	
ФКП-5-100	100	5	10,0	4,7	
ФКП-5-120	120	5	10,0	4,0	
ФКП-5-200	200	5	11,0	5,0	
ФКП-5-350	350	5	10,7	5,2	
ФКП-5-400	400	5	11,0	5,0	
ФКП-5-700	700	5	10,7	5,8	
ФКП-5-1000	1000	5	11,0	4,9	
ФКП-6-120	120	6	9,7	4,2	
ФКП-6-200	200	6	10,7	4,8	
ФКП-6-350	350	6	10,4	5,4	
ФКП-6-700	700	6	11,0	4,9	
ФКП-6-1000	1000	6	13,9	5,9	
ФКП-8-120	120	8	12,2	4,3	
ФКП-8-200	200	8	11,0	6,0	
ФКП-8-350	350	8	11,2	7,4	
ФКП-8-700	700	8	11,2	7,4	
ФКП-8-1000	1000	8	12,0	7,6	
ФКП-10-100	100	10	15,0	3,7	
ФКП-10-120	120	10	15,0	4,0	
ФКП-10-200	200	10	22,0	7,7	
ФКП-10-350	350	10	13,8	6,6	
ФКП-10-400	400	10	15,0	5,4	
ФКП-10-700	700	10	15,0	6,6	
ФКП-10-1000	1000	10	18,0	8,0	
ФКП-15-100	100	15	24	4,7	
ФКП-15-120	120	15	24	4,7	
ФКП-15-200	200	15	20,0	4,4	
ФКП-15-350	350	15	20,0	5,8	
ФКП-15-400	400	15	20,0	5,8	
ФКП-15-700	700	15	20,0	6,6	
ФКП-15-1000	1000	15	20,0	6,8	
ФКП-20-100	100	20	29,5	4,7	
ФКП-20-120	120	20	28,9	7,2	
ФКП-20-200	200	20	25,0	4,7	
ФКП-20-350	350	20	25,0	4,7	
ФКП-20-400	400	20	25,0	4,7	
ФКП-20-700	700	20	25,0	7,0	
ФКП-20-1000	1000	20	25,0	7,2	
ФКП-30-120	120	30	37,0	5,2	
ФКП-30-350	350	30	37,0	5,2	

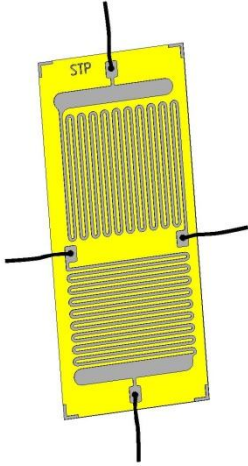
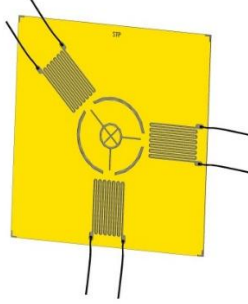
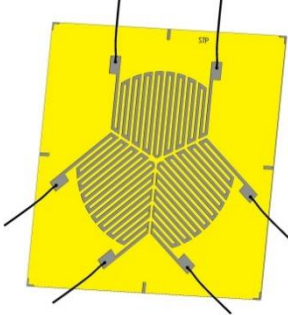
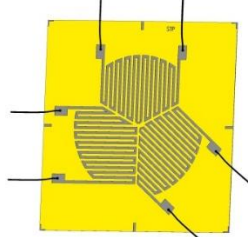
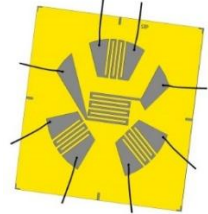
Продолжение таблицы 2

Обозначение (группа знаков ФК[II]- [III]- [IV])	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная база (длина тензо- решетки), мм	Длина подложки, мм	Ширина подложки, мм	Внешний вид
ФКП-30-700	700	30	37,0	6,0	
ФКП-30-1000	1000	30	37,0	6,2	
ФКП-40-100	100	40	52,0	7,2	
ФКП-40-120	120	40	52,0	7,2	
ФКП-40-350	350	40	52,0	7,2	
ФКП-40-700	700	40	52,0	7,6	
ФКП-40-1000	1000	40	52,0	7,8	
ФКП-50-100	100	50	64,0	7,0	
ФКП-50-120	120	50	64,0	7,0	
ФКП-50-350	350	50	64,0	7,0	
ФКП-50-700	700	50	64,0	8,0	
ФКП-50-1000	1000	50	64,0	8,2	
ФКП-60-100	100	60	68,0	6,8	
ФКП-60-120	120	60	68,0	6,8	
ФКП-60-350	350	60	68,0	6,8	
ФКП-60-700	700	60	68,0	7,2	
ФКП-60-1000	1000	60	68,0	7,3	
ФКР1-2-100	100	2	5,8	7,0	
ФКР1-2-120	120	2	5,8	7,0	
ФКР1-2-350	350	2	8,8	5,6	
ФКР1-3-200	200	3	11,2	10,0	
ФКР1-3-350	350	3	8,8	6,8	
ФКР1-3-400	400	3	15,5	8,0	
ФКР1-4-350	350	4	8,2	8,2	
ФКР1-5-200	200	5	17,5	12,7	
ФКР1-5-400	400	5	17,5	12,7	
ФКР1-6-350	350	6	11,0	10,5	
ФКР1-10-200	200	10	20,5	19,0	
ФКР1-10-400	400	10	20,5	19,0	
ФКР2-2-100	100	2	5,8	7,0	
ФКР2-2-120	120	2	5,8	7,0	
ФКР2-2-350	350	2	8,8	5,6	
ФКР2-3-200	200	3	11,2	10,0	
ФКР2-3-350	350	3	8,8	6,8	
ФКР2-3-400	400	3	15,5	8,0	
ФКР2-4-350	350	4	8,2	8,2	
ФКР2-5-200	200	5	17,5	12,7	
ФКР2-5-400	400	5	17,5	12,7	
ФКР2-6-350	350	6	11,0	10,5	
ФКР2-10-200	200	10	20,5	19,0	
ФКР2-10-400	400	10	20,5	19,0	

Продолжение таблицы 2

Обозначение (группа знаков ФК[II]- [III]- [IV])	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная база (длина тензо- решетки), мм	Длина подложки, мм	Ширина подложки, мм	Внешний вид
ФКР3-2-100	100	2	5,8	7,0	
ФКР3-2-120	120	2	5,8	7,0	
ФКР3-2-350	350	2	8,8	5,6	
ФКР3-3-200	200	3	11,2	10,0	
ФКР3-3-350	350	3	8,8	6,8	
ФКР3-3-400	400	3	15,5	8,0	
ФКР3-4-350	350	4	8,2	8,2	
ФКР3-5-200	200	5	17,5	12,7	
ФКР3-5-400	400	5	17,5	12,7	
ФКР3-6-350	350	6	11,0	10,5	
ФКР3-10-200	200	10	20,5	19,0	
ФКР3-10-400	400	10	20,5	19,0	
ФКР4-2-100	100	2	5,6	7,2	
ФКР4-2-120	120	2	5,6	7,2	
ФКР4-2-350	350	2	6,0	7,5	
ФКР4-3-100	100	3	6,5	8,5	
ФКР4-3-120	120	3	6,5	8,5	
ФКР4-3-350	350	3	6,6	8,9	
ФКР4-4-100	100	4	8,0	11,0	
ФКР4-4-120	120	4	8,0	11,0	
ФКР4-4-350	350	4	7,8	10,0	
ФКР4-5-400	400	5	12,5	10,7	
ФКР4-6-350	350	6	10,0	14,4	
ФКР5-2-100	100	2	5,6	6,6	
ФКР5-2-120	120	2	5,6	6,6	
ФКР5-2-350	350	2	7,8	6,2	
ФКР5-3-100	100	3	8,8	6,6	
ФКР5-3-120	120	3	8,8	6,6	
ФКР5-3-350	350	3	9,8	6,8	
ФКР5-4-100	100	4	10,0	7,6	
ФКР5-4-120	120	4	10,0	7,6	
ФКР5-4-350	350	4	10,0	7,8	
ФКР5-6-350	350	6	14,0	10,0	

Продолжение таблицы 2

Обозначение (группа знаков ФК[II]- [III]- [IV])	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная база (длина тензо- решетки), мм	Длина подложки, мм	Ширина подложки, мм	Внешний вид
ФКР6-3-200	200	3	14,3	7,3	
ФКР6-3-400	400	3	14,4	7,3	
ФКР6-5-200	200	5	22,1	9,5	
ФКР6-5-400	400	5	22,1	9,5	
ФКР6-10-200	200	10	34,0	14,6	
ФКР6-10-400	400	10	34,0	14,6	
ФКР7-3-100	100	3	20,0	20,0	
ФКР7-3-200	200	3	20,0	20,0	
ФКР8-5-100	100	5	12,0	12,0	
ФКР8-10-200	200	10	17,0	17,0	
ФКР8-15-200	200	15	23,0	23,0	
ФКР9-5-100	100	5	12,0	12,0	
ФКР9-10-200	200	10	17,0	17,0	
ФКР9-15-200	200	15	23,0	23,0	
ФКР10-3-100	100	3	13,5	13,5	
ФКР10-5-100	100	5	20,0	20,0	

Продолжение таблицы 2

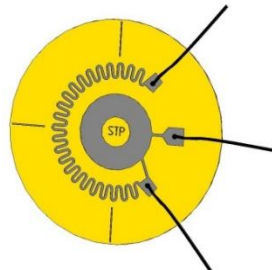
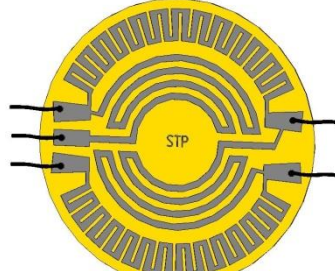
Обозначение (группа знаков ФК[II]-[III]-[IV])	Номинальное сопротивление, Ом	Номинальная база (длина тензорешетки), мм	Длина подложки, мм	Ширина подложки, мм	Внешний вид
ФКМ1-3-100	100	3	5,5	5,5	
ФКМ1-5-200	200	5	7,3	7,3	
ФКМ2-5-100	100	5	7,3	7,3	
ФКМ2-5-200	200	5	7,3	7,3	
ФКМ2-10-100	100	10	10,0	10,0	
ФКМ2-10-350	350	10	10,0	10,0	
ФКМ2-15-350	350	15	15,0	15,0	
ФКМ2-20-200	200	20	22,0	22,0	
ФКМ2-20-350	350	20	20,2	20,2	

Таблица 3 - Общие характеристики для всех видов тензорезисторов

Наименование характеристики	Значение
Максимальный рабочий ток питания, мА	25
Масса, г, не более	0,5
Нормальные условия: – температура воздуха, °С – относительная влажность, %	от +18 до +25 от 30 до 60
Рабочая область значений температуры, °С	от -50 до +70
Вероятность безотказной работы тензорезисторов при знакопеременной деформации $\pm 1000 \cdot 10^{-6}$ - не менее 0,90 за $1 \cdot 10^6$ ; $2 \cdot 10^5$ ; $5 \cdot 10^4$ циклов нагружения для групп качества А, Б, В соответственно	

### Знак утверждения типа

наносится на титульном листе паспорта типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Тензорезисторы фольговые ФК (модификация в соответствии с заказом)	ТУ 4273-006-16695547-2016	В соответствии с заказом
Тензорезисторы фольговые ФК. Паспорт	4273-006-16695547-2016 ПС	1 (на партию)
Тензорезисторы фольговые ФК. Техническое описание и инструкция по наклейке	4273-006-16695547-2016 ИМ	По заявке
Тензорезисторы фольговые ФКПВ. Методика поверки	МП 4.28.003-2017	По заявке
Упаковка	-	1 (на партию)



### **Поверка**

осуществляется по документу МП 4.28.003-2017 «ГСИ. Тензорезисторы фольговые ФК. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ЦАГИ» 06 апреля 2017 г.

Основные средства поверки:

- рабочий эталон деформации 1-ого разряда по ГОСТ 8.543-86;
- система измерительная тензометрическая СТММ (Регистрационный номер 28492-04).

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

Знак поверки наносится в свидетельство о поверке и в паспорт на партию тензорезисторов.

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

приведены в эксплуатационном документе.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к тензорезисторам фольговым ФК**

ГОСТ 21616-91 Тензорезисторы. Общие технические условия.

ГОСТ 8.543-86 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений деформации.

ТУ 4273-006-16695547-2016 Тензорезисторы фольговые. Технические условия.

### **Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью Управляющая компания «СИБТЕНЗОПРИБОР» (ООО УК «СИБТЕНЗОПРИБОР»)

ИНН 4205274144

Адрес: 650070, Кемеровская область, г. Кемерово, пер. Щегловский, д. 1, помещение 4

Телефон/факс: +7 384 277 75 35, +7 384 544 72 82

Web-сайт: [www.sibtenzo.com](http://www.sibtenzo.com)

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ»)

Адрес: 140180, Московская область, г. Жуковский, Жуковского ул., д.1

Телефон: +7 495 5564205; факс: +7 495 7776332, +7 495 5564337

E-mail: [mera@tsagi.ru](mailto:mera@tsagi.ru)

Номер аттестата аккредитации: РОСС.СОБ.1.00164.2014 от 05 октября 2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.