

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНА:



Директор «УНИИМ- филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

Е.П. Собина

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тензорезисторы ВВА, ВВQ, ВВF, ВВАВ

Методика поверки

МП 05-233-2022

Екатеринбург
2022

Разработана: Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

Исполнители: И.о. заведующего лабораторией 233 Трибушевская Л.А.

Согласована УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»
«____» _____ 2022 г.

Введена впервые

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	6
6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	6
7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	7
8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ	
ТРЕБОВАНИЯМ	12
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Оценка доли несоответствующих единиц продукции процесса	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Схема подключения тензорезисторов	17

Государственная система обеспечения единства измерений

Тензорезисторы ВВА, ВВQ, ВВF, ВВАВ

Методика поверки

Дата введения в действия «___» _____ 202_ г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на Тензорезисторы ВВА, ВВQ, ВВF, ВВАВ (далее – тензорезисторы), изготавливаемые компанией «Zhonghang Electronic Measuring Instruments Co, LTD (ZEMIC)», Xinyuan Rd, North part of EDZ Hanzhong, 723000, Shaanxi, Китай и устанавливает объем и последовательность операций при проведении первичной поверки при выпуске из производства. Поверка тензорезисторов должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость тензорезисторов к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2010 и Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений параметров отклонений от плоскостности оптических поверхностей ГЭТ 183-2019 путем применения эталона единицы деформации в диапазоне значений от минус 5000 до 5000 млн⁻¹.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510	«Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.11.2020 № 61033)
Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906	«Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»
Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 903н от 15 декабря 2020.
ГОСТ 12.1.004-91	Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.003-91	ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 8074-82	Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования.
ГОСТ 20420-75	Тензорезисторы. Термины и определения
ТУ 16-505.437-82	МГШВ с комбинированной волокнистой и ПВХ изоляцией.
ГОСТ 12.1.004-91	Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.003-91	ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то раздел, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

3.1.1 На поверку предоставляется вся партия (количество тензорезисторов в партии не более 10000 шт.; количество розеток, мембран и цепочек в партии не более 1000 шт.).

3.2 Число тензорезисторов (объем выборки) подвергающихся проверке, в зависимости от операций поверки, должно составлять:

- 100 % партии для проведения операций по 8, 9, 10.1 МП;
- не менее 10 шт. для проведения операций по 10.2, 10.4 таблицы 1;
- не менее 10 шт. для проведения операций по 10.3, 10.5 таблицы 1.

3.3 При поверке для проведения операций по 8, 10.1 таблицы 1 допускается проведение поверки на основании выборки, используя нормальный контроль при общем уровне контроля II ГОСТ Р ИСО 3951-2 (форма "k", метод "s") с предельно допустимым уровнем несоответствий AQL=1 % (приложение А).

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики	Обязательность проведения операций при поверке
Внешний осмотр	8	Да
Подготовка к поверке	9	Да
Определение предельного относительного отклонения электрического сопротивления в партии от номинального	10.1	Да
Определение среднего значения чувствительности и среднего квадратического отклонения чувствительности в партии при нормальных условиях	10.2	Да
Определение среднего значения часовой ползучести и среднего квадратического отклонения часовой ползучести в партии при нормальных условиях	10.3	Да
Определение среднего значения часовой ползучести и среднего квадратического отклонения часовой ползучести при максимальной температуре	10.4	Да*
Определение среднего значения и среднего квадратического отклонения температурного коэффициента чувствительности при максимальной температуре	10.5	Да*
*- характеристики тензорезисторов при максимальной температуре проверяют по заявке заказчика		

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды

от 18 до 25 °С;

относительная влажность

от 30 до 60 %;

изменение температуры за время поверки не должно превышать 2°C;
 атмосферное давление (96 – 104) кПа [(730 – 790) мм рт. ст.];
 отсутствие прямого попадания солнечных лучей на тензорезисторы.

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К проведению работ по поверке установки допускаются лица, прошедшие специальное обучение на поверителя, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на тензорезисторы, работающие в метрологической службе предприятия, аккредитованной на право поверки средств измерений, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки.

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8 -10	Термогигрометр, диапазон измерений температуры от 0 до 50 °С, $\Delta=\pm 0,5$ °С; диапазон измерений влажности от 15 до 85 %, $\Delta=\pm 2,5$ % (Барометр-анероид, диапазон измерений от 610 до 790 мм рт.ст. $\Delta=\pm 2$ мм рт.ст.)
8 - 10	Омметр, диапазон измерений от 50 до 500 Ом, $\delta=\pm 0,1\%$; Установка с балками постоянного сечения, нагружаемыми по схеме чистого изгиба, пределы допускаемых относительных погрешностей измерения относительной деформации $\Delta=\pm 0,5$ % в диапазонах измерений от минус 1000 до минус 3000 млн ⁻¹ и св. 1000 до 3000 млн ⁻¹ и $\delta=\pm 0,8$ % в диапазоне измерений от минус 1000 до 1000 млн ⁻¹ . Секундомер механический СОСпр-26-2, (0-600) с, $\Delta \pm 0,6$ с.
10.4 – 10.5	Устройство для измерения функции влияния температуры на чувствительность - установка с балкой, на поверхности которой создается деформация 0 и ± 1000 млн ⁻¹ . Неравномерность поля деформации рабочей зоны балки не должна выходить за пределы ± 20 млн ⁻¹ , точность задания значения деформации не должна превышать ± 10 млн ⁻¹ . Система измерений выходных сигналов тензорезисторов, погрешность определения выходных сигналов тензорезисторов ± 5 мкОм/Ом. Термокриокамера с диапазоном температур не менее, чем от 20 °С до максимального отклонения от соответствующим максимальному рабочему диапазону температур тензорезисторов, точность поддержания температуры ± 2 °С.

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены, испытательное оборудование аттестовано.

6.3 Для проведения поверки допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, обеспечивающих не менее чем двукратный запас по точности передачи единицы деформации тензорезисторам.

7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки и поверяемое СИ, а также общие требования безопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.2.003-91, Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, а также требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации, на средства поверки, и требования безопасности, действующие на месте поверки.

7.2 Опасным производственным фактором при проведении поверки является повышенное напряжение электрической цепи, замыкание, которое может пройти через тело человека. Источником повышенной опасности являются токоведущие части средств измерений и испытательного оборудования, применяемых при проведении поверки.

7.3 Работа с незаземленным испытательным оборудованием и средствами измерений запрещается.

7.4 Предельно допустимые концентрации растворителей (аcetона, спирта этилового) в рабочей зоне при наклейке тензорезисторов должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004.

7.5 После окончания наклейки тензорезисторов обязательно вымыть руки с мылом, рот прополоскать питьевой водой.

8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие внешнего вида, маркировки, комплектности тензорезисторов требованиям эксплуатационной документации на тензорезисторы и описания типа;
- отсутствие механических повреждений упаковки и тензорезисторов (расслоения, загрязнения, воздушные пузыри), влияющих на эксплуатационные качества.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Перед поверкой средства поверки и тензорезисторы должны быть выдержаны в условиях поверки не менее 2-х часов.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение предельного относительного отклонения электрического сопротивления в партии от номинального

10.1.1 В зависимости от объема предъявленной партии и установленного предельно допустимого уровня несоответствий (AQL) в соответствии с п. А.1 приложения А определить объем выборки и значение контрольного норматива формы "к".

10.1.2 Измерить электрическое сопротивление каждого тензорезистора в выборке омметром с погрешностью $\pm 0,1$ %. Измерение следует проводить между выводными проводниками тензорезисторов, которые во время измерения должны быть в выпрямленном состоянии. Электрическое сопротивление проводников, соединяющих тензорезисторы с омметром, не должно превышать 0,04 Ом.

10.1.3 Определить величину относительного отклонения электрического сопротивления в партии от номинального и среднего в процентах по формулам:

$$\delta_{\text{Рп1}} = \frac{R_{\text{макс}} - R_{\text{ном}}}{R_{\text{ном}}} \cdot 100; \quad (1)$$

$$\delta_{Rп2} = \frac{R_{\min} - R_{\text{ном}}}{R_{\text{ном}}} \cdot 100; \quad (2)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}; \quad (3)$$

$$\delta_{\bar{R}1} = \frac{R_{\max} - \bar{R}}{\bar{R}} \cdot 100; \quad (4)$$

$$\delta_{\bar{R}2} = \frac{R_{\min} - \bar{R}}{\bar{R}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $R_{\max}$ и $R_{\min}$ – максимальное и минимальное значение электрического сопротивления тензорезисторов в партии, Ом;

$R_{\text{ном}}$ – номинальное значение электрического сопротивления для данного типоразмера тензорезисторов, Ом;

$\bar{R}$ – среднее арифметическое значение электрического сопротивления тензорезисторов, Ом;

R_i – значение электрического сопротивления i -го тензорезистора в партии, Ом;

N – число тензорезисторов в партии;

$\delta_{Rп1}$; $\delta_{Rп2}$ – отклонения электрического сопротивления в партии от номинального, %;

$\delta_{\bar{R}1}$; $\delta_{\bar{R}2}$ – отклонения электрического сопротивления в группе от среднего значения, %.

10.1.4 Большую из величин $\delta_{Rп1}$ и $\delta_{Rп2}$ принимают за $\delta_{Rп}$ – предельное относительное отклонение электрического сопротивления в партии от номинального, большую из величин $\delta_{\bar{R}1}$ и $\delta_{\bar{R}2}$ принимают за $\delta_{\bar{R}}$ – предельное относительное отклонение электрического сопротивления в группе от среднего значения.

10.1.5 Если относительное отклонение электрического сопротивления от номинального и среднего находятся в пределах, указанных в Описании типа провести обработку результатов измерений относительного отклонения электрического сопротивления в группе от среднего значения тензорезисторов, входящих в выборку, в соответствии с п. А.2 приложения А. В соответствии с п. А.3 приложения А сделать вывод о возможности принятия результатов.

10.1.6 Если относительное отклонение электрического сопротивления от номинального и (или) среднего выходят за пределы, указанные в Описании типа дальнейшие проверки не проводят тензорезисторы бракуют.

10.2 Определение среднего значения чувствительности и СКО чувствительности

10.2.1 Выборку тензорезисторов установить на одной или двух сторонах градуировочной балки. Главные оси тензорезисторов должны быть направлены параллельно продольной оси балки, и произвести трехкратное нагружение балки по следующему циклу:

$$\varepsilon = 0, \quad \varepsilon = (1100 \pm 50) \text{ млн.}^{-1}, \quad \varepsilon = \text{минус } (1100 \pm 50) \text{ млн.}^{-1}.$$

10.2.2 После выполнения тренировочных циклов деформирования исключить из выборки тензорезисторы, на которых образовались вздутия, отслаивания от поверхности балки. При выявлении аномальности выходного сигнала у одного тензорезистора или отклонении от среднего

значения более чем на 10 % произвести его замену. При выявлении более одного такого тензорезистора, выборку забраковать и выполнить повторную наклейку.

10.2.3 Установить балку при деформации $\varepsilon = 0$ и измерить выходные сигналы тензорезисторов.

10.2.4 Нагрузить балку до деформации (1000 ± 50) млн⁻¹ и измерить выходные сигналы тензорезисторов $\xi_i(+\varepsilon_H)$.

10.2.5 Нагрузить балку до деформации минус (1000 ± 50) млн⁻¹ и измерить выходные сигналы тензорезисторов $\xi_i(-\varepsilon_H)$.

10.2.6 Произвести полное разгружение балки до деформации $\varepsilon = 0$. Время, затрачиваемое на нагружение балки по 10.2.3 – 10.2.5 и определение выходных сигналов тензорезисторов, не должно превышать 2 мин.

10.2.7 По полученным в 10.2.3 – 10.2.5 данным, определить среднее значение чувствительности и СКО чувствительности по формулам:

$$K_i = \frac{|\xi_i(+\varepsilon_H)| + |\xi_i(-\varepsilon_H)|}{|+\varepsilon_H| + |-\varepsilon_H|}, \quad (6)$$

$$\bar{K} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i, \quad (7)$$

$$S_K = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (K_i - \bar{K})^2}}{\bar{K}} \cdot 100, \quad (8)$$

где K_i – коэффициент чувствительности i -го тензорезистора;

i – номер тензорезистора;

$\xi_i(+\varepsilon_H), \xi_i(-\varepsilon_H)$ – значения выходных сигналов тензорезистора при деформации балки $(+\varepsilon_H)$ и $(-\varepsilon_H)$ соответственно, млн⁻¹;

n – объем выборки;

$\bar{K}$ – выборочное среднее значение чувствительности;

S_K – выборочное среднее квадратическое отклонение чувствительности в партии, %.

10.2.8 Результаты проверки признают положительными, если среднее значение чувствительности соответствует указанному в ПС и (или) на этикетке, описании типа, а среднее квадратическое отклонение чувствительности в партии не превышает 1,0 %.

10.3 Определение температурного коэффициента чувствительности

10.3.1 Температурный коэффициент чувствительности определяют на установке с балкой, на поверхности которой создается деформация 0 и ± 1000 млн.

10.3.2 Тензорезисторы устанавливают на балку.

10.3.3 При температуре $t_0 = 23 \pm 2$ °С выполняют операции по 6.3.2.3, нагружая при этом тензорезисторы в тренировочных и рабочем циклах до деформации $\pm(1000 \pm 50)$ млн⁻¹.

10.3.4 Балку с тензорезисторами нагревают до максимальной температуры и проводят рабочий цикл нагружения до деформации $\pm(1000 \pm 50)$ млн⁻¹.

10.3.5 Для каждого тензорезистора чувствительность для максимальной температуры рассчитывают по формуле (9).

10.3.6 Для каждого тензорезистора температурный коэффициент чувствительности рассчитывают по формуле

$$\eta_i = \frac{K_{itm} - K_{ito}}{K_{ito}(t_m - t_0)} \cdot 100, \quad (9)$$

$$\bar{\eta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i, \quad (10)$$

$$S_{\eta} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\eta_i - \bar{\eta})^2}, \quad (11)$$

где η_i - температурный коэффициент чувствительности, $\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$;

K_{itm} - чувствительность при максимальной температуре;

K_{it0} - чувствительность при нормальной температуре;

t_m - максимальная температура, $^\circ\text{C}$;

t_0 - температура по 10.3.3, $^\circ\text{C}$;

$\bar{\eta}$ - выборочное среднее значение температурного коэффициента чувствительности, $\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$;

S_K - выборочное среднее квадратическое отклонение температурного коэффициента чувствительности, $\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

10.3.7 Так как оценка характеристик тензорезисторов осуществляется по выборке из партии, выборочное среднее значение соответствует среднему значению в партии, а выборочное среднее квадратическое отклонение - среднему квадратическому отклонению в партии.

10.3.8 Результаты проверки признают положительными, если среднее значение температурного коэффициента чувствительности и среднее квадратическое отклонение температурного коэффициента чувствительности в партии не превышают $0,1 \% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

10.4 Определение среднего значения часовой ползучести и СКО часовой ползучести при нормальных условиях

10.4.1 Выполнить операции по 10.2.1, затем установить балку в положение, с которого начинается положительный прогиб (убрать все люфты), и измерить выходные сигналы тензорезисторов. Операцию допускается проводить на тензорезисторах, установленных для 10.2.

10.4.2 Нагрузить балку до деформации (1000 ± 50) млн^{-1} за время не более 60 с и измерить начальные значения выходных сигналов тензорезисторов в течение последующего времени не более 60 с.

10.4.3 Выдержать балку в нагруженном состоянии в течение 60 мин и измерить выходные сигналы тензорезисторов.

10.4.4 Балку разгрузить.

10.4.5 По полученным в 10.4.1–10.4.3 данным определить среднее значение и СКО часовой ползучести при нормальных условиях по формулам:

$$\Pi_i = \frac{\xi_i(\varepsilon_\tau) - \xi_i(\tau)}{\xi_i(\tau) - \xi_i(0)} \cdot 100; \quad (12)$$

$$\bar{\Pi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Pi_i; \quad (13)$$

$$S_{\Pi} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Pi_i - \bar{\Pi})^2}, \quad (14)$$

где P_i – ползучесть i -го тензорезистора, %;

$\xi_i(\varepsilon_T)$ – выходной сигнал i -го тензорезистора по 6.3.4.3 в мкОм/Ом;

$\xi_i(\tau)$ – выходной сигнал i -го тензорезистора по 6.3.4.2 в мкОм/Ом;

$\xi_i(0)$ – выходной сигнал i -го тензорезистора по 6.3.4.1 в мкОм/Ом;

n – объем выборки;

S_{Π} – выборочное среднее квадратическое отклонение часовой ползучести тензорезистора в партии, %.

10.4.6 Результаты проверки признают положительными, если среднее значение часовой ползучести и среднее квадратическое отклонение часовой ползучести соответствует указанным в описании типа.

10.5 Определение среднего значения часовой ползучести при максимальной температуре и СКО часовой ползучести при максимальной температуре

10.5.1 Подключить к измерительной системе не менее 10 тензорезисторов (приложение Б), наклеенных на обе стороны рабочей части устройства для определения ползучести при максимальной температуре. Половина тензорезисторов должна испытывать при нагружении деформацию растяжения, вторая половина – деформацию сжатия. Влияние температурного дрейфа должно быть исключено попарным объединением тензорезисторов в полумосты, расположенные на противоположных сторонах рабочей части устройства.

10.5.2 Поместить устройство для определения ползучести при максимальной температуре в термокамеру и нагреть до максимальной рабочей температуры равномерной скоростью подъема температуры от 5 до 6 °С в мин.

10.5.3 Произвести нагружение устройства для определения ползучести при максимальной температуре до уровня деформаций (1000 ± 50) млн⁻¹. В случае выявления аномальности выходного сигнала одного из тензорезисторов или отклонения от среднего значения более чем на 10 % произвести его замену. Устройство разгрузить.

10.5.4 Измерить выходные сигналы тензорезисторов при разгруженном устройстве для определения ползучести при максимальной температуре.

10.5.5 Нагрузить устройство для определения ползучести при максимальной температуре до номинальной деформации (от 900 до 1100 млн⁻¹) и измерить выходные сигналы тензорезисторов, выполняя требования 10.4.2.

10.5.6 Выдержать устройство для определения ползучести при максимальной температуре в нагруженном состоянии в течение 60 мин и измерить выходные сигналы тензорезисторов.

10.5.7 Разгрузить устройство для определения ползучести при максимальной температуре, охладить термокамеру до температуры (23^{+2}_{-5}) °С.

10.5.8 По полученным в 10.5.4 – 10.5.6 данным, определить среднее значение и СКО часовой ползучести при максимальной температуре в процентах по формулам аналогично 10.4.5.

10.5.9 Результаты проверки признают положительными, если среднее значение часовой ползучести и среднее квадратическое отклонение часовой ползучести при максимальной температуре соответствует указанным в описании типа.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Диапазон измерений и рассчитанные значения характеристик тензорезисторов должны соответствовать данным таблицы 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение			
	BBA	BBF	BBQ	BBAВ
Диапазон измерений деформации, млн ⁻¹	от – 3000 до +3000			
Предельное относительное отклонение электрического сопротивления в партии от номинального, %	± 1,0			
Предельное относительное отклонение электрического сопротивления в партии от среднего, %	± 0,10; ± 0,20; ± 0,50			± 0,15
Среднее значение чувствительности при нормальных условиях	от 1,86 до 2,2	от 2,0 до 2,2		от 1,86 до 1,98
Среднее квадратическое отклонение чувствительности в партии, %, не более	1,0			
Среднее значение часовой ползучести, при нормальных условиях, %, не более	0,3			1,5
Среднее квадратическое отклонение часовой ползучести, при нормальных условиях, %, не более	0,2	0,1		0,8
Среднее значение часовой ползучести, при максимальной температуре, %, не более	2,0	1,5		5,0
Среднее квадратическое отклонение часовой ползучести, при максимальной температуре, %, не более	1,0			2,0
Среднее значение температурного коэффициента чувствительности при максимальной (минимальной) температуре, не более, % · °C ⁻¹	0,1			
Среднее квадратическое отклонение коэффициента чувствительности при максимальной (минимальной) температуре, не более, % · °C ⁻¹	0,1			

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки Установку признают пригодной к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 или действующими на дату проведения поверки нормативными актами в области обеспечения единства измерений. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 или действующими на дату проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по

обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

И.о. заведующего лабораторией 233



Л.А. Трибушевская

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Оценка доли несоответствующих единиц продукции процесса

А.1 Исходные данные и определение необходимых параметров

А.1.1 В соответствии с общим уровнем контроля II и объемом партии по таблице А.1 ГОСТ Р ИСО 3951-2-2015 определяют код объема выборки.

Таблица А.1 – Код объема выборки и уровни контроля

Объем партии	Специальные уровни контроля				Общие уровни контроля		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
От 2 до 8 включ.	B	B	B	B	B	B	B
От 9 до 15 включ.	B	B	B	B	B	B	C
От 16 до 25 включ.	B	B	B	B	B	C	D
От 26 до 50 включ.	B	B	B	C	C	D	E
От 51 до 90 включ.	B	B	C	C	C	E	F
От 91 до 150 включ.	B	B	C	D	D	F	G
От 151 до 280 включ.	B	C	D	E	E	G	H
От 281 до 500 включ.	B	C	D	E	F	H	J
От 501 до 1200 включ.	C	C	E	F	G	J	K
От 1201 до 3200 включ.	C	D	E	G	H	K	L
От 3201 до 10000 включ.	C	D	F	G	J	L	M
От 10001 до 35000 включ.	C	D	F	H	K	M	N
От 35001 до 150000 включ.	D	E	G	J	L	N	P
От 150001 до 500000 включ.	D	E	G	J	M	P	Q
Св. 500000	D	E	H	K	N	Q	R

А.1.2 По выбранному коду объема выборки и установленному AQL по таблице В.1 ГОСТ Р ИСО 3951-2-2015 определяют объем выборки (n) и контрольный норматив "k" формы "k" для "s" метода при нормальном контроле.

Таблица А.2 - Одноступенчатые планы формы k для нормального контроля (основная таблица), s -метод

Код объема выборки	AQL (% несоответствующих единиц продукции)															
	0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	n															
	k															
B															3 0,950	4 0,735
C															4 1,242	6 1,061
D														6 1,476	9 1,323	9 1,218
E													9 1,696	13 1,569	13 1,475	9 1,190
F											11 1,889	17 1,769	18 1,682	13 1,426	14 1,147	14 0,935
G										15 2,079	22 1,972	23 1,893	18 1,659	20 1,411	21 1,227	21 0,945
H									18 2,254	28 2,153	30 2,079	24 1,862	27 1,636	30 1,471	32 1,225	33 0,954
J								23 2,425	36 2,331	38 2,263	31 2,061	37 1,853	41 1,702	46 1,482	50 1,245	53 1,010
K							28 2,580	44 2,493	47 2,428	40 2,237	48 2,043	54 1,904	63 1,702	71 1,489	78 1,281	82 1,045
L						34 2,737	54 2,653	58 2,592	50 2,412	61 2,230	71 2,101	84 1,914	99 1,720	111 1,533	122 1,325	
M					40 2,882	64 2,802	69 2,744	60 2,573	76 2,400	89 2,279	108 2,104	131 1,924	150 1,752	170 1,564		
N				47 3,023	75 2,948	82 2,892	73 2,728	93 2,564	110 2,449	137 2,285	169 2,117	201 1,958	233 1,785			
P			55 3,161	88 3,089	96 3,036	86 2,879	112 2,723	134 2,614	171 2,459	214 2,300	260 2,152	312 2,092				
Q		63 3,288	101 3,219	110 3,167	102 3,016	132 2,867	159 2,762	207 2,615	262 2,464	323 2,324	395 2,174					
R	90 3,408	116 3,351	127 3,301	120 3,156	155 3,012	189 2,912	247 2,771	320 2,628	398 2,495	498 2,354						

Примечание 1 — Коды объема выборки в настоящем стандарте соответствуют приведенным в ИСО 2859-1 и ИСО 3951-1.

Примечание 2 — Обозначения:

↓ — В данной области не существует подходящего плана; следует использовать первый план выборочного контроля ниже стрелки. Если объем выборки равен объему партии или превышает его, выполняют сплошной контроль.

↑ — В данной области не существует подходящего плана; следует использовать первый план выборочного контроля выше стрелки.

А 1.3 Из предъявленной партии отбирают случайную выборку объема n .

А.2 Обработка результатов измерений

А.2.1 — Определяют выборочное стандартное отклонение процесса S по формуле (А.1).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}, \quad (\text{A.1})$$

где n - объем выборки, определенный в п. А.1.2;

R_i - значение сопротивления i -го тензорезистора в выборке объема n ;

А.2.3 - Для каждой поверочной точки вычисляют статистику качества для верхней и нижней границ поля допуска по формулам:

$$Q_U = \frac{U - \bar{R}}{S}, \quad (\text{A.2})$$

$$Q_L = \frac{\bar{R} - L}{S}, \quad (\text{A.3})$$

где Q_U и Q_L – верхняя и нижняя статистики качества, Ом;

U - верхняя граница поля допуска ($U = \bar{R} + 0,005 \cdot \bar{R}$), Ом;

L - нижняя граница поля допуска ($L = \bar{R} - 0,005 \cdot \bar{R}$), Ом.

А.3 Критерии приемки/отклонения партии

А.3.1 Сравнивают Q_U и Q_L (вычисленные в п. А.2.3) с контрольным нормативом формы k , определенным по таблице А.2. Если статистики качества больше или равны контрольному нормативу, партию принимают, в противном случае проводят сплошной контроль.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)
Схема подключения тензорезисторов

Схема подключения тензорезисторов для определения нелинейности функции преобразования, чувствительности, часовой ползучести при нормальных условиях, температурной характеристики сопротивления, часового дрейфа выходных сигналов при 80 °С или 150 °С.

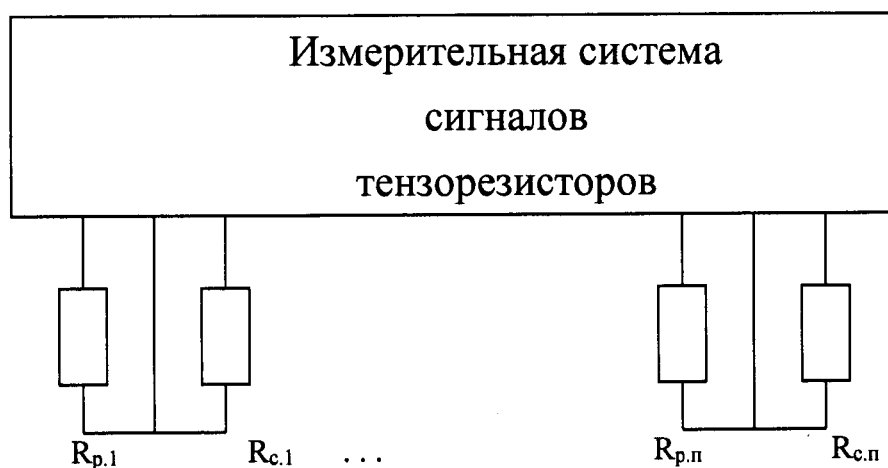


$R_1 \div R_n$ – проверяемые тензорезисторы

R_k – компенсационный тензорезистор

Рисунок Б.1 - Схема подключения тензорезисторов

Схема подключения тензорезисторов для определения ползучести при максимальной температуре.



$R_{p.1} \div R_{p.п}$ – поверяемые тензорезисторы, испытывающие деформацию растяжения

$R_{c.1} \div R_{c.п}$ – поверяемые тензорезисторы, испытывающие деформацию сжатия

Рисунок Б.2 - Схема подключения тензорезисторов