

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по производственной метеорологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«04» ноября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕРМОКОМПЕНСИРОВАННЫЕ  
СИГНАЛИЗИРУЮЩИЕ ZMJ100**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 202-024-2024**

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на измерители термокомпенсированные сигнализирующие ZMJ100 (далее – измерители), изготавливаемые Lanso Konly (Shanghai) Instruments Co., Ltd., КНР, предназначенные для измерений избыточного (в т.ч. разрежения) и абсолютного давлений, а также температуры гексафторида серы  $\text{SF}_6$  и других газов, и преобразования измеренных данных в величину, функционально связанную с давлением (плотность газа), а также для управления внешними электрическими цепями от сигнализирующего устройства прямого действия, путем включения и выключения контактов в схемах сигнализации автоматики и блокировки технологических процессов.

Настоящая методика устанавливает процедуры первичной (в том числе после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации), в том числе внеочередной, проверок измерителей.

Проверка измерителей по каналам измерений давления и температуры проводится методом непосредственного сличения.

Поверяемые измерители по измерительному каналу избыточного давления должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 23-2010 «Государственный первичный эталон единицы давления-паскаля» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»

Поверяемые измерители по измерительным каналам абсолютного давления должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 101-2011 «Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $7 \cdot 10^5$  Па» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$  Па»

Поверяемые измерители по измерительным каналам температуры должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» и ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Возможность проведения проверки в сокращенном объеме не предусмотрена.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Операции, проводимые при проверке измерителей, должны соответствовать указанным в таблице 1.



Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

| №<br>п/п | Операции поверки                                                         | Обязательность выполнения<br>операций поверки при |                          | Номер<br>раздела<br>методики<br>поверки |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|          |                                                                          | первичной<br>поверке                              | периодической<br>поверке |                                         |
| 1        | Внешний осмотр измерителей                                               | да                                                | да                       | 7                                       |
| 2        | Подготовка к поверке и<br>опробование измерителя                         | да                                                | да                       | 8                                       |
| 3        | Проверка программного<br>обеспечена                                      | да                                                | да                       | 9                                       |
| 4        | Определение метрологических<br>характеристик измерителей                 | да                                                | да                       | 10                                      |
| 5        | Подтверждение соответствия<br>измерителей метрологическим<br>требованиям | да                                                | да                       | 11                                      |
| 6        | Оформление результатов<br>поверки                                        | да                                                | да                       | 12                                      |

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +18 °С до + 28 °С (от +19 °С до + 21 °С при поверке измерителей по каналу измерений давления без применения камеры тепла-холода или термостата);

- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;

- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа.

3.2 Вибрация (тряска) не должна вызывать размах колебаний стрелки, превышающий 0,1 предела допускаемой основной погрешности измерителя, если иное не установлено в нормативно-технической документации на измеритель.

### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководства по эксплуатации средств поверки, поверяемого СИ и настоящую методику поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки.

### 5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки измерителя должны применяться измерительные приборы и устройства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки                                               | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                         | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Контроль условий поверки                                                                             | Измерение температуры окружающей среды от минус 10 до плюс 60 °С, $\Delta = \pm 0,5$ °С. Измерение влажности воздуха в диапазоне от 10 до 98 %, $\Delta = \pm 3$ %. Измерение атмосферного давления в диапазоне от 300 до 1200 гПа, $\Delta = \pm 5$ гПа | Приборы комбинированные Testo 623 и др. (Пер. № 44744-10)                                                                                                                                           |
| Подготовка к поверке, опробование измерителей. Определение метрологических характеристик измерителей | Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го и 4-го разрядов в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653                                                                                | Манометры грузопоршневые МП-10, (Пер. № 52189-16); Манометры газовые грузопоршневые МГП (Пер. № 52506-16); Калибраторы давления Crystal модели M1, WT, XP2i, nVision, HPC41. (Пер. № 64480-16) и др |
|                                                                                                      | Рабочие эталоны 1-го, 2-го, 3-го разрядов в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900                                                                                       | Калибраторы давления CPC (Пер. № 59862-15); Барометр рабочий сетевой БРС-1М (Пер. № 16006-97) и др.                                                                                                 |
|                                                                                                      | Рабочие эталоны и рабочие средства измерений в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2022 г. № 3456                                                                                    | Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R) (Пер. № 52489-13) и др.                                                                                                             |
|                                                                                                      | Термометры сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253                                                                                                         | Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100 (Пер. № 19916-10) и др.                                                                                                                                  |
|                                                                                                      | Измерители электрического сопротивления соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456                                                                              | Измерители температуры двухканальные прецизионные МИТ 2 (Пер. № 46432-11) и др.                                                                                                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Камеры климатические (холода, тепла и влаги) (при необходимости с использованием пассивного термостата) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ | Камеры климатические МНСВ и др. |
| Дополнительное оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Персональный компьютер (ПК) с предустановленным программным обеспечением (ПО);<br>Источник питания (напряжение питания 24 В);<br>Мегаомметр                                                                                                            | —                               |
| Примечания:<br>1. Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы. Средства измерений, применяемые в качестве эталонов, и вспомогательные средства измерений должны быть поверены. Испытательное оборудование - аттестовано;<br>2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью. |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |

## 6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 № 903Н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

## 7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения), стрелки, стекла и циферблата, влияющих на эксплуатационные свойства.

Стекло и защитное покрытие циферблата должно быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчёту показаний.

Клемные колодки и (или) разъёмы для внешних подключений не должны иметь повреждений.

Соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим смещения корпуса.

7.2 Измерители, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.



## **8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Измеритель должен быть присоединен к устройству для создания давления в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2 Устройство для создания давления должно обеспечивать плавное повышение и понижение давления, а также постоянство давления во время отсчета показаний и выдержке измерителя под давлением, равным верхнему пределу измерений.

8.3 Измеритель должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3.1, не менее:

12 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится измеритель, более 10 °С;

1 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится измеритель, от 1 °С до 10 °С.

8.4 Проверка герметичности измерителя.

Проверку герметичности измерителей проводят при давлении, равном верхнему пределу диапазона измерений давления.

Создают давление, равное верхнему пределу диапазона измерений давления и отключают источник давления и выдерживают в течение трех минут.

Измеритель считают герметичным, если после трехминутной выдержки под давлением, в течение последующих 2 мин. в нем не наблюдается падение давления (разрежения), превышающего 0,5 % верхнего предела диапазона измерений давления, при условии герметичности системы. При повышении давления должно наблюдаться изменение положения стрелки измерителя.

8.5 Опробование измерителей модификаций ZMJ100PR и ZMJ100XDR.

8.5.1 Для измерителей, модификаций ZMJ100PR и ZMJ100XDR в дополнение к пп. 8.1 – 8.4 провести подключение измерителя к ПК и источнику питания. Установить связь между ПК и измерителем в интерфейсе ПО в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты опробования считать положительными, если на мониторе ПК отображаются измеренные значения давления и температуры.

## **9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

9.1 Измерители не имеют функции вывода информации о версии и идентификационном наименовании ПО. Конструкция преобразователей исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО и измерительную информацию, в связи с чем подтверждение идентификационных данных не проводится.

## **10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

10.1 Определение погрешности каналов измерений давления.

Определение погрешности каналов измерений давления должно производиться при температуре окружающей среды от +19 °С до +21 °С.

Рекомендуется проводить определение погрешности каналов измерений давления в камере тепла-холода с установленным значением +20 °С, значение температуры в камере контролировать с помощью термометра сопротивления эталонного, чувствительный элемент которого размещен в непосредственной близости с поверяемым измерителем. В ходе определения основной погрешности каналов измерений давления ни одно из измеренных значений температуры не должно выходить из диапазона от +19 °С до +21 °С.

Допускается проводить определение погрешности каналов измерений давления без применения камеры тепла-холода при значении температуры в помещении от +19 °С до +21 °С. При этом, в ходе определения погрешности каналов измерений давления необходимо разместить чувствительный элемент термометра сопротивления эталонного в



непосредственной близости с поверяемым измерителем и производить запись измеренных значений с интервалом не менее 1 минуты на протяжении всей процедуры поверки измерений давления. Ни одно из измеренных, с помощью термометра сопротивления эталонного, значений температуры не должно выходить из диапазона от +19 °C до +21 °C.

#### 10.1.1 Определение погрешности измерений давления

Основную погрешность измерителя необходимо определять, как разность между измеренными значениями измерителя и измеренными значениями средствами поверки.

10.1.1.1 Выбор средств поверки осуществляется с учётом положений Государственных поверочных схем.

10.1.1.2 Соотношения пределов допускаемых значений погрешностей рабочих эталонов и средств измерений должны соответствовать Государственным поверочным схемам.

10.1.1.3 Диапазон измерений эталона должен быть больше, или равен диапазону измерений поверяемого измерителя.

#### 10.1.1.4 Определение основной приведенной погрешности измерителей

10.1.1.5 Поверка измерителя должна проводиться одним из способов:

а) заданное давление устанавливают по эталону, а показание считывают по поверяемому измерителю;

б) стрелку поверяемого измерителя устанавливают на проверяемую отметку шкалы, а действительное значение отсчитывают по эталону.

10.1.1.6 Для устранения параллакса при отсчете показаний направление зрения должно проходить через указательный конец стрелки перпендикулярно поверх оси циферблата.

10.1.1.7 Число проверяемых точек шкалы измерителей должно быть не менее 5, и включать нижнее и верхнее значение диапазона измерений измерителя. Нулевое значение проверяется путем соединения измерительной камеры измерителя с атмосферой. При этом стрелка измерителя должна находиться в нулевом положении, с отклонением не более основной погрешности измерителя.

Проверяемые точки должны быть распределены достаточно равномерно в пределах всей шкалы.

При поверке в число проверяемых точек должна входить отметка, соответствующая нулевому значению давления. Нижний предел измерений допускается при поверке заменять на произвольное значение в диапазоне от минус 85 до минус 95 кПа.

10.1.1.7 При поверке давление плавно повышают (прямой ход) и проводят отсчет показаний. Затем измеритель выдерживают в течение 5 минут под давлением, равным верхнему пределу измерений. После чего давление плавно понижают (обратный ход) и проводят отсчитывание показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления. Скорость изменения давления не должна превышать 10 % диапазона показаний в секунду.

10.1.2 Определение приведенной погрешности измерений давления преобразователя, встроенного в измерители модификации ZMJ100PR и ZMJ100XDR.

10.1.2.1 Подключить измеритель к источнику постоянного тока и ПК в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.1.2.2 При поверке измерителя с преобразователем избыточного давления при выполнении п 10.1.1 дополнительно провести отсчет измеренных значений с монитора ПК.

10.1.2.3 При поверке измерителя с преобразователем абсолютного давления при выполнении п 10.1.1 дополнительно провести отсчет измеренных значений с монитора ПК и эталонного барометра. Номинальным значением будут считать значение суммы показаний эталона избыточного давления и эталонного барометра. Сумма абсолютных погрешностей эталона избыточного давления и эталонного барометра в каждой поверяемой точке должна соответствовать требованиям действующей Государственной поверочной схемы.

## 10.2 Определение погрешности срабатывания сигнализирующего устройства.



10.2.1 Поверяемые точки определяются согласно технической табличке, прикрепленной к корпусу измерителя, которая содержит информацию о значении давления, при котором происходит срабатывание сигнализирующего устройства и схема подключения.

Подключить к выводу сигнального устройства измерителя мегаомметр в соответствии с руководством по эксплуатации на измеритель.

Давление плавно повышают от нижнего до верхнего предела измерений измерителя и по показаниям эталона (средства измерений, применяемого в качестве эталона) записывается значение давления в момент срабатывания сигнализирующего устройства (определяется путем резкого возрастания или падения сопротивления в цепи). После плавно понижают давление от верхнего до нижнего предела диапазона показаний измерителя и по показаниям эталонного прибора записывается значение давления в момент срабатывания сигнализирующего устройства.

### 10.3 Определение погрешности измерений температуры

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят только для измерителей модификации ZMJ100PR и ZMJ100XDR.

10.3.2 Подключить измеритель к источнику постоянного тока и ПК в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят не менее, чем в четырех контрольных точках, находящихся внутри диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона измерений.

10.3.4 Поместить и закрепить в вертикальном положении измеритель в центре рабочего объема камеры. Зонд эталонного термометра расположить в непосредственной близости от поверяемого измерителя.

10.3.5 Установить на камере тепла-холода первую температурную точку в соответствии с п. 9.3.3, и после достижения теплового равновесия (не менее 30 минут) между поверяемым измерителем, эталонным термометром и термостатирующей средой произвести отсчет измеренных значений с монитора ПК, к которому подключен поверяемый измеритель, и эталонного термометра (не менее 5-ти отчетов в течение 2-х-5-ти минут).

10.3.6 Повторить процедуру по п. 10.3.5 в остальных контрольных точках

## 11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1. Значение приведенной погрешности измерений давления измерителя и преобразователем, встроенным в измеритель, на любой отметке шкалы как при прямом, так и обратном ходе определить по формуле 1.

$$\gamma_{\text{изм } i} = \frac{P_i - P_{\text{эт}}}{D} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $\gamma_{\text{изм } i}$  – приведенная погрешность измерений давления измерителя в (i) точке, в % от диапазона показаний;

$P_i$  – показание поверяемого измерителя в данной точке, МПа;

$P_{\text{эт}}$  – показание эталонного прибора в данной точке (суммы показаний эталона избыточного давления и эталонного барометра), МПа;

$D$  – диапазон измерений, МПа.

Значения поверяемого измерителя и эталона должны быть выражены в одних и тех же единицах измерений давления.

11.2. Значение приведенной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства



измерителя на любой отметке шкалы как при прямом, так и обратном ходе стрелки определить по формуле 2.

$$\gamma_{\text{Сг } i} = \frac{P_{i\text{Сг}} - P_{\text{эт}}}{D} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где  $\gamma_{\text{Сг } i}$  – приведенная погрешность срабатывания сигнализирующего устройства измерителя в (i) точке, в % от диапазона показаний;

$P_{i\text{Сг}}$  – значение уставки сигнализирующего устройства в данной точке, МПа;

$P_{\text{эт}}$  – показание эталонного прибора в данной точке, МПа;

$D$  – диапазон измерений поверяемого измерителя, МПа.

Значения поверяемого измерителя и эталона должны быть выражены в одних и тех же единицах измерений давления.

11.3. Определить абсолютной погрешности измерений температуры по формуле 3:

$$\Delta_T = T_{\text{СИ}} - T_{\text{эт}} \quad (3)$$

где:  $T_{\text{СИ}}$  – значение температуры, измеренное поверяемым измерителем, °С;

$T_{\text{эт}}$  – значение температуры, измеренное эталоном, °С

11.4 Значения приведенной погрешности измерения давления и срабатывания сигнализирующего устройства не должны превышать значений приведенной погрешности измерения давления и срабатывания сигнализирующего устройства, указанных в описании типа на измерители. Абсолютная погрешность измерений температуры не должна превышать допускаемые значения, указанные в описании типа.

## 12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1. Положительные результаты поверки измерителей подтверждаются сведениями о результатах поверки, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений, или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) на измеритель наносится знак поверки, и (или) в паспорт измерителя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.2. Отрицательные результаты поверки измерителей подтверждаются сведениями о результатах поверки, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений, или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению измерителя. Измеритель к дальнейшей эксплуатации не допускается.

Начальник отдела 202

Р. В. Кузьменков

Начальник отдела 207

А. А. Игнатов

Инженер 2-й категории отдела 202

А.Ю. Акименко