

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

П. С. Казаков

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Датчики перепада давления монокристаллические кремниевые
высокоточные QYB401**

Методика поверки

МП-НИЦЭ-138-25

г. Москва

2025 г.

Содержание

| | |
|--|---|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 3 |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 3 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ | 4 |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ | 6 |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ..... | 6 |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 6 |
| 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .. | 7 |
| 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 8 |
| 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 9 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики перепада давления монокристаллические кремниевые высокоточные QYB401 (далее – датчики), изготовленные Baoji Xingyuteng Measure and Control Instruments Co., Ltd., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки датчика согласно государственной поверочной схеме (далее – ГПС) для средств измерений разности давлений, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472, прослеживаемость датчика обеспечивается к ГЭТ 23-2010 (государственный первичный эталон единицы давления-паскаля) через эталоны, заимствованные из ГПС для средств измерений избыточного давления, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653.

1.3 Поверка датчика должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – метод непосредственного сличения.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Примечания:

1. При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на актуальность на момент применения методики поверки.

2. Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|--|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Да | Да | 8 |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.1 |
| Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.2 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | Да | Да | 9 |

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Определение приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений разности давления | Да | Да | 9.1 |
| Определение приведенной (к диапазону преобразований) основной погрешности преобразований разности давления в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА | Да | Да | 9.2 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс (25±5) °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые датчики и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|--|
| Основные средства поверки | | |
| р. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений | Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653. Средства измерений избыточного давления в диапазоне измерений от 0 до 2,5 кПа. | Датчик давления эталонный ПДЭ-020, модель ПДЭ-020-ДИ-110-А0, рег. № 58668-14 (далее – ПДЭ) |

| | | |
|--|--|--|
| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
| | Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091. Средства измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне измерений от 4 до 20 мА. | Мультиметр 3458А (далее – мультиметр), рег. № 25900-03 |
| Вспомогательные средства поверки | | |
| п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +20 °С до +30 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±3 %. | Термогигрометр электронный «CENTER» модели 313, рег. № 22129-09 |
| п. 8.2 Опробование | Источники для воспроизведений напряжения питания постоянного тока 24 В, с пределами допускаемой относительной погрешности воспроизведений ±5 %. | Источник питания постоянного тока GPR-73060D, рег. № 55898-13 (далее – источник питания) |
| р. 9 Определение метрологических характеристик | Устройства для воспроизведений избыточного давления в диапазоне от 0 до 2,5 кПа. | Пневматический насос PGC (далее – насос) |
| средства измерений | Наличие интерфейса USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением (далее – ПО) «АРМ ПДЭ» | Персональный компьютер (далее – ПК) |
| | | Датчик интерфейса RS-232 – USB МИГР-05U-2 |
| <p>Примечания:</p> <p>1. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.</p> <p>2. Суммарная погрешность применяемых эталонов единицы избыточного давления и единицы силы постоянного тока должна удовлетворять следующему условию:</p> $\left(\frac{\Delta_p}{P_{\text{норм}}} + \frac{\Delta_I}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \right) \cdot 100 \leq \gamma \cdot a,$ <p>где Δ_p – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений избыточного давления эталона единицы избыточного давления, кПа; $P_{\text{норм}}$ – диапазон измерений разности давления поверяемого датчика, кПа;</p> | | |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|--|
| <p>Δ_I – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока эталона единицы постоянного тока, мА; I_{max} – верхний предел диапазона преобразований поверяемого датчика, мА; I_{min} – нижний предел диапазона преобразований поверяемого датчика, мА; γ – пределы допускаемой приведенной основной погрешности поверяемого датчика, %; a – коэффициент отношения применяемых эталонов и поверяемого датчика в соответствии с ГПС (при отношении 1:2,5 коэффициент равен 0,4).</p> | | |

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые датчики и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Датчик допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид датчика соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и датчик допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, датчик к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый датчик и на применяемые средства поверки;
- выдержать датчик в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

8.1 Контроль условий поверки

Провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование датчика

При опробовании проверить работоспособность датчика в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

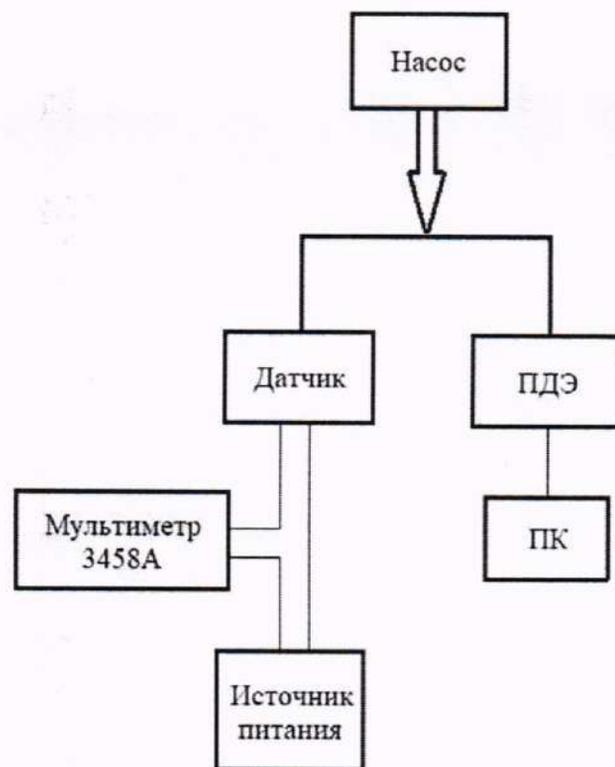


Рисунок 1 – Схема подключения

2) Подготовить и включить датчик и используемые средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

3) Прогреть датчик не менее 15 мин.

4) Проверку работоспособности выполнить путем изменения давления, воздействующего на датчик, в диапазоне значений от нижнего до верхнего предела диапазона измерений (преобразований) разности давления. При отсутствии давления показания аналогового сигнала силы постоянного тока на мультиметре 3458А должны соответствовать нижней границе выходного аналогового сигнала силы постоянного тока. При возрастании давления показания аналогового сигнала силы постоянного тока на мультиметре 3458А должны изменяться пропорционально величине воздействующего давления.

Датчик допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании выполняются вышеперечисленные требования.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений разности давления проводить в следующей последовательности:

1) С помощью насоса последовательно задать пять значений давления на входе датчика и ПДЭ, равномерно распределенных во всем диапазоне измерений, включая нижнюю и верхнюю границы диапазона.

Примечание – Допускается выбирать крайние поверяемые точки в диапазоне от 0 % до 10 % и от 90 % до 100 % от диапазона измерений.

2) Зафиксировать значения разности давления, измеренные датчиком, и значения избыточного давления, измеренные ПДЭ.

3) Рассчитать значения приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений разности давления по формуле (1), приведенной в разделе 10.

9.2 Определение приведенной (к диапазону преобразований) основной погрешности преобразований разности давления в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА проводить в следующей последовательности:

1) С помощью насоса последовательно задать пять значений давления на входе датчика и ПДЭ, равномерно распределенных во всем диапазоне преобразований, включая нижнюю и верхнюю границы диапазона.

Примечание – Допускается выбирать крайние поверяемые точки в диапазоне от 0 % до 10 % и от 90 % до 100 % от диапазона преобразований.

2) Зафиксировать значения аналогового сигнала силы постоянного тока на выходе датчика, измеренные мультиметром 3458А, и значения избыточного давления, измеренные ПДЭ.

3) Рассчитать значения приведенной (к диапазону преобразований) основной погрешности преобразований разности давления в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА по формуле (2), приведенной в разделе 10.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение разности давления, измеренное датчиком, кПа;

$P_{\text{эт}}$ – значение избыточного давления, измеренное ПДЭ, кПа;

$P_{\text{норм}}$ – нормирующее значение, равное диапазону измерений разности давления, кПа.

$$\gamma = \frac{P_{\text{расч}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $P_{\text{расч}}$ – значение разности давления, соответствующее значению аналогового сигнала силы постоянного тока на выходе датчика, измеренного мультиметром 3458А, и рассчитываемое по формуле (3), кПа:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{н}} + \frac{(I_{\text{изм}} - I_{\text{н}})}{(I_{\text{в}} - I_{\text{н}})} \cdot (P_{\text{в}} - P_{\text{н}}), \quad (3)$$

где $P_{\text{н}}$ – нижний предел диапазона преобразований разности давлений, кПа;

$I_{\text{изм}}$ – значение аналогового сигнала силы постоянного тока на выходе датчика, измеренное мультиметром 3458А, мА;

$I_{\text{н}}$ – нижний предел выходного аналогового сигнала силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{в}}$ – верхний предел выходного аналогового сигнала силы постоянного тока, мА;

$P_{\text{в}}$ – верхний предел диапазона преобразований разности давлений, кПа;

$P_{\text{н}}$ – нижний предел диапазона преобразований разности давлений, кПа.

Датчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если:

– полученные значения приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений разности давления не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А;

– полученные значения приведенной (к диапазону преобразований) основной погрешности преобразований разности давления в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда датчик не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку датчика прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки датчика подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

11.2 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда датчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт датчика записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.3 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда датчик не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.4 Протоколы поверки датчика оформляются по произвольной форме.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики датчиков

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|------------------------------|
| Диапазон измерений разности давления, кПа | от 0 до 2,5 |
| Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений разности давления, % | $\pm 0,09$ |
| Диапазон преобразований разности давления в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА, кПа | от 0 до 2,5 |
| Пределы допускаемой приведенной (к диапазону преобразований) основной погрешности преобразований разности давления в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА, % | $\pm 0,09$ |
| Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность, % | от +20 до +30 от 30 до 80 |