

Федеральное автономное учреждение
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е. Жуковского»
ФАУ «ЦАГИ»

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отделения измерительной
техники и метрологии -
главный метролог ФАУ «ЦАГИ»



В.В. Петроневич

12 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Многоканальные датчики давления МДД-8

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4.030.041-2024

Заместитель начальника НИО-7

А.И. Самойленко

Инженер 1 категории

А.В. Забродин

Инженер 1 категории

С.И. Пестриков

г. Жуковский

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	6
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	6
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12

ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ВПИ - верхний предел измерений;
- МП - методика поверки;
- МХ - метрологические характеристики;
- ПК - персональный компьютер;
- ПО - программное обеспечение;
- РЭ - руководство по эксплуатации;
- ТД - техническая документация;
- Рег. № - регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- Δ - абсолютная погрешность измерения;
- γ - приведенная погрешность измерения.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на многоканальные датчики давления МДД-8 (далее - датчики), изготавливаемые АО «Конвед-6 ЛИИ», и устанавливает порядок, методы и объем ее первичной и периодической поверок.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость датчиков к государственному первичному эталону единицы давления (паскаля) в соответствии с «государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1*10^{-1} - 1*10^7$ Па», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 декабря 2019 г. № 2900.

1.3 Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
Диапазон измерений абсолютного давления, МПа	от 0,026 до 0,160	от 0,026 до 0,250	от 0,026 до 0,400
Пределы допускаемой основной приведенной к ВПИ погрешности измерений давления в нормальных условиях эксплуатации, %	$\pm 0,15$	$\pm 0,3$	
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к ВПИ погрешности измерений давления в рабочих условиях эксплуатации, %	$\pm 0,4$		

Таблица 2 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Количество измерительных каналов, шт	8	
Максимальное допустимое давление, для исполнений, МПа:		
МДД-8-0,16	0,32	
МДД-8-0,25	0,50	
МДД-8-0,40	0,80	
Напряжение питания постоянного тока, В	от 18 до 30	
Потребляемая мощность, Вт, не более	2	
Нормальные условия эксплуатации:		
- температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	от + 15 до + 25	
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	80	
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 104	
Габаритные размеры, мм (длина x ширина x высота), не более	без режима продувки	131×42×54
	с режимом продувки	131×42×69
Масса, г, не более	без режима продувки	400
	с режимом продувки	600

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень операций поверки средства измерений

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
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение основной приведенной погрешности датчиков в нормальных условиях эксплуатации	Да	Да	10.1
Определение дополнительной приведенной погрешности датчиков в рабочих условиях эксплуатации	Да	Нет	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.3

2.2 Поверка датчиков осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями.

2.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средства измерений.

2.4 Проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрено.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 20 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104.

П р и м е ч а н и е – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки должны соответствовать требованиям, указанным в их руководствах по эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки датчиков допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющие опыт в области «Измерения давления, вакуумные измерения», изучивший устройство и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовки к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, исп. ИВТМ-7 М5-Д (рег. № 15500-12)
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовки к поверке и опробовании средства измерений)	Напряжение питания постоянного тока от 8,4 до 15,6 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока $\pm (0,0005 \cdot U + 25 \text{ мВ})$, U – установленное значение напряжения постоянного тока	Источники питания постоянного тока PPE-1323, PPE-3323, PPS-1860, PPS-3635, PPS-6020, PPT-1830, PPT-3615, PST-3201, PST-3202, PSS-2005, PSS-3203, модификация PPE-3323 (рег. № 46658-11)
п.10.1 Определение основной приведенной погрешности датчиков в нормальных	Средства измерений абсолютного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу	Манометры цифровые прецизионные МЦП-1М, МЦП-2М, мод.

условиях применения (при определении метрологических характеристик)	Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900	МЦП-2М (рег. № 40100-08)
п. 10.2 Определение дополнительной приведенной погрешности датчиков в рабочих условиях применения (при определении метрологических характеристик)	Температура в полезном объеме камеры от минус 40 до плюс 70 °C. Допустимое отклонение ± 2 °C. Относительная влажность в полезном объеме камеры, не более 95 %. Допустимое отклонение ± 3 %	Климатическая камера «EXCAL10023 НЕ»

5.2 Вместо указанных в таблице 4 допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик датчиков с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020, иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах) и (или) запись в ФГИС «Аршин».

5.4 Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), а также изложенные в РЭ на приборы, в технической документации на применяемые при поверке в рабочих условиях эксплуатации и вспомогательное оборудование.

6.2 Любые подключения аппаратуры проводить только при отключенном напряжении питания датчиков.

6.3 При подготовке и проведении поверки необходимо: соблюдать общие требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0, Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные приказом Министерством энергетики РФ от 13.01.2003 № 6, правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Минсоцтруда от 15.12.2020 года № 903н для установок напряжением до 1000 В.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре установить соответствие датчиков следующим требованиям:

- комплектность согласно паспортам;
- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов;
- очагов коррозии, загрязнений, препятствующих их применения;
- чистота и исправность разъёмов и штуцеров;
- наличие маркировки согласно руководству по эксплуатации.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением поверки датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчики не менее 4 ч. в условиях проведения поверки, указанной в п. 3.1;
- выдерживают датчики не менее 0,5 ч при включенном питании в соответствии с п. 3.1.

8.2 Процедуры, предусмотренные эксплуатационной документацией средства измерений по его опробованию:

- подключить датчики к эталону в соответствии с РЭ;
- при опробовании следует проверить работоспособность датчиков и герметичность измерительной магистрали, предназначеннной для проверки датчиков. Работоспособность датчиков проверяют, создавая давление примерно равное верхнему пределу измерения. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала датчиков. Герметичность измерительной магистрали проверяют при давлении, равном или близким верхнему пределу измерений давления датчиков. В измерительную магистраль подают давление, равное верхнему пределу измерений и выдерживают ее под этим давлением в течение пяти минут. Затем систему отключают от устройства, создающего давление. Датчики и измерительную магистраль считают герметичной если в течение 3 минут под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений у датчиков не наблюдается падение давления более чем на 0,5 % от верхнего предела измерений;
- датчики подключить к персональному компьютеру через модуль интерфейсов RS-485 или CAN2.0B в соответствии с РЭ и установить связь между персональным компьютером и датчиками при помощи соответствующего программного обеспечения MDD-8.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных (признаков) метрологически значимой части ПО провести в соответствии с РЭ.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 5.

9.3 В случае несоответствия идентификационных признаков данным ПО, приведенным в таблице 5, преобразователи направляется для проведения настройки.

Таблица 5 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MDD-8
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже v. 1.1
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение основной приведенной погрешности датчиков в нормальных условиях эксплуатации

10.1.1 Подключить датчик к эталону давления, источнику питания постоянного тока и персональному компьютеру.

10.1.2 Проверить герметичность системы соединительных линий и образцовых приборов. Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давления (разрежения). Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах $\pm (0,5 \dots 1)^\circ\text{C}$, которое не должно превышать допускаемое изменение давления при проверке 0,1% от верхнего предела измерения.

10.1.3 Выдержать датчик во включённом состоянии не менее 0,5 часа.

10.1.4 Подать давление от 80 до 100 % от верхнего предела измерений и сбросить.

10.1.5 Для датчиков с диапазоном измерений от 0,026 до 0,16 МПа задать эталоном давления значение равное по величине 0,026, 0,04, 0,8, 0,12, 0,16, 0,16, 0,12, 0,08, 0,04, 0,026 МПа. Зарегистрировать данные выходного сигнала датчиков. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 8 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

10.1.6 Для датчиков с диапазоном измерений от 0,026 до 0,25 МПа задать эталоном давления значение равное по величине 0,026, 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,25, 0,2, 0,15, 0,1, 0,05, 0,026 МПа. Зарегистрировать данные выходного сигнала датчиков. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 8 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

10.1.7 Для датчиков с диапазоном измерений от 0,026 до 0,4 МПа задать эталоном давления значение равное по величине 0,026, 0,06, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1, 0,06, 0,026 МПа. Зарегистрировать данные выходного сигнала датчиков. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 8 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

10.1.8 Вычислить абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}} \quad (1)$$

10.1.9 Вычислить основную приведенную к ВПИ погрешность по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_x} \times 100\%, \quad (2)$$

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

$P_{\text{эт}}$ – значение давления, создаваемое эталоном, кПа;

P_x – верхний предел измерений, кПа.

10.1.10 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения основной приведенной к ВПИ погрешности датчиков не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.2 Определение дополнительной приведенной погрешности датчиков в рабочих условиях эксплуатации

10.2.1 Подключить датчик к эталону давления, источнику питания постоянного тока и ПК. Поместить датчик в климатическую камеру.

10.2.2 Проверить герметичность системы соединительных линий и образцовых приборов. Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давление (разрежения). Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах $\pm (0,5 \dots 1) ^\circ\text{C}$, которое не должно превышать допускаемое изменение давления при проверке 0,1 % от ВПИ.

10.2.3 Выдержать датчик во включённом состоянии не менее 0,5 часа.

10.2.4 Включить климатическую камеру и установить температуру $(-40 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Поместить датчики в климатическую камеру и выдержать при установленной температуре в течение 30 минут.

10.2.5 Для датчиков с диапазоном измерений от 0,026 до 0,16 МПа задать эталоном давления значение равное по величине 0,026, 0,04, 0,8, 0,12, 0,16, 0,16, 0,12, 0,08, 0,04, 0,026 МПа. Зарегистрировать данные выходного сигнала датчиков. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 8 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

10.2.6 Для датчиков с диапазоном измерений от 0,026 до 0,25 МПа задать эталоном давления значение равное по величине 0,026, 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,25, 0,2, 0,15, 0,1, 0,05, 0,026 МПа. Зарегистрировать данные выходного сигнала датчиков. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 8 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

10.2.7 Для датчиков с диапазоном измерений от 0,026 до 0,4 МПа задать эталоном давления значение равное по величине 0,026, 0,06, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1, 0,06, 0,026 МПа. Зарегистрировать данные выходного сигнала датчиков. Переключая код канала, произвести измерения для каждого из 8 каналов измерения. Изменение давления должно быть плавным, без перехода за проверяемое значение.

10.2.8 Повторить действия с п. 10.2.1 по п. 10.2.7 при температуре $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

10.2.9 Вычислить абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}} \quad (3)$$

10.2.10 Вычислить дополнительную приведенную к ВПИ погрешность по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_x} \times 100 \%, \quad (4)$$

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

$P_{эт}$ – значение давления, создаваемое эталоном, кПа;

P_x – верхний предел измерений, кПа.

10.2.11 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения дополнительной приведенной погрешности датчиков не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.3.1 Результаты поверки по определению основных приведенных погрешностей измерений давления считать положительными, если полученные значения погрешностей для каждого диапазона измерений находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 1.

10.3.2 Результаты поверки по определению дополнительной приведенной погрешности измерений давления считать положительными, если полученные значения погрешностей находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки датчиков оформляются протоколом поверки в произвольной форме.

11.2 Датчики признаются годными, если в ходе поверки все результаты положительные.

11.3 Результаты поверки датчиков подтверждаются сведениями о результатах поверки средства измерений, включенного в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (запись в ФГИС «Аршин»). По заявлению владельца датчиков или лица, представившего его на поверку, на датчики выдается свидетельство о поверке датчиков, и в паспорт вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению датчиков с указанием причин непригодности.

11.4 При поверке отдельных измерительных каналов в сведениях о результатах поверки указывается информация об объеме проведенной поверки. Измерительные каналы с отрицательными результатами поверки бракуют. Поверка отдельных измерительных каналов проводится на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, оформленного в произвольной форме.