

СОГЛАСОВАНО
АО «НИИФИ»
Главный метролог



« 30 » 07 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики давления высокоресурсные СДАИ.406239.198

**Методика поверки
СДАИ.406239.198МП**

г. Пенза
2025 г.

Содержание

Общие положения	3
1 Перечень операций поверки средства измерений.....	4
2 Требования к условиям проведения поверки.....	4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр средства измерений.....	7
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
8.1 Контроль начального и номинального выходного сигнала.....	8
8.2 Контроль основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	8
9 Оформление результатов поверки	9
Приложение А Форма протокола поверки.....	10

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики давления высокоресурсные (далее по тексту - датчики), предназначенные для измерения давления в блоках хранения и подачи рабочего тела двигателей систем коррекции, системах обеспечения теплового режима, информационно-телеметрических системах, герметичных отсеках и системах управления в течение ресурса космических аппаратов (КА) с длительными сроками активного существования (САС).

Методика поверки устанавливает объём, условия первичной и периодической поверок датчиков, методы и средства определения метрологических характеристик датчиков, а также порядок оформления результатов поверки.

Первичная поверка датчиков проводится до ввода в эксплуатацию. Периодическая поверка датчиков проводится в процессе её эксплуатации или после ремонта.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений давления, МПа	от 0 до 0,25; от 0 до 0,6; от 0 до 1,0; от 0 до 1,6; от 0 до 2,5; от 0 до 4,0; от 0 до 6,0 от 0 до 10,0; от 0 до 25,0; от 0 до 35,0; от 0 до 40,0
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности, %	$\pm 0,2$
Начальный выходной сигнал, мВ	± 5
Номинальный выходной сигнал, мВ, не менее	70

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы давления в соответствии с поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2900 от 06 декабря 2019 г. (далее – Приказ № 2900), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011;

- передача единицы давления в соответствии с поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2653 от 20 октября 2022 г. (далее – Приказ № 2653), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010.

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.
Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8	да	да
- контроль начального и номинального выходного сигнала	8.1	да	да
- контроль приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	8.2	да	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Требования к условиям проведения поверки

Нормальные условия при проведении поверки характеризуются:

- температурой окружающей среды от 15 °С до 35 °С;
- относительной влажностью воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферным давлением от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.).

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверку датчиков должен проводить персонал, соответствующий требованиям пунктов 41, 42 Приказа Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации», а также изучивший настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на датчики, имеющий стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года, а также прошедший инструктаж по охране труда на рабочем месте.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 3.
Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. № в ФИФ ОЕИ) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
Основные средства поверки		
п. 7 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании систем)	Средство измерения температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 35 °С, относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 80 % и атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.).	Прибор комбинированный Testo 622 (диапазон измерений температуры окружающей среды от минус 10 °С до 60 °С, погрешность ± 0,4 °С; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 % до 98 %, погрешность ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1200 гПа, погрешность ± 5 %). Рег. № 53505-13 в ФИФ ОЕИ.
п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы давления для области абсолютного давления не ниже 1 разряда согласно Государственной поверочной схеме (далее – ГПС), утвержденной Приказом № 2900. Диапазон измерений от 0 до 10 МПа, класс точности не более 0,01.	Манометр образцовый абсолютного давления МПА-15 [диапазон измерений от 0,133 до 400 кПа; погрешность ± 0,01%]; Рег. № 24971-03 в ФИФ ОЕИ.
	Эталон единицы давления не ниже 2-го разряда согласно ГПС, утвержденной Приказом №2653. Диапазон измерений от 0 до 10 МПа, класс точности не более 0,025.	Калибратор давления СРС 8000 [диапазон измеряемых давлений от 0 до 10 МПа, класс точности 0,01]; Рег. № 59862-15 в ФИФ ОЕИ.
	Эталон единицы давления не ниже 2-го разряда согласно ГПС, утвержденной Приказом №2653. Диапазон измерений от 0 до 40 МПа, класс точности не более 0,05.	Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-600 [диапазон измеряемых давлений от 1 до 60 МПа, погрешность ± 0,05]; Рег. № 16026-97 в ФИФ ОЕИ.
	Средство измерения для питания датчика от постоянного тока в диапазоне от 2,5 до 3,0 мА	Мера напряжения и тока Agilent E3634A [диапазон: нижний предел: (0 – 25) В, (0 – 7) А; верхний предел:(0 – 50) В, (0 – 4) А; погрешность: ±(0,05%U _{вых} +10 мВ); ±(0,2%I _{вых} +10 мА)]; Рег. № 26950-04 в ФИФ ОЕИ.
Средство измерений для измерения постоянного напряжения в диапазоне от -5 В до 5 В	Мультиметр Agilent 34401А [диапазон измерений (0-1000) В, погрешность ± (0,0035-0,005) %]; Рег. № 16500-97 в ФИФ ОЕИ.	

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. № в ФИФ ОЕИ) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
Вспомогательные средства поверки		
п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Испытательное оборудование для поддержания температуры окружающей среды 20 °С	Камера тепла и холода SE-300-2-2 [диапазон температуры ((-70) – 180) °С диапазон влажности (10 – 98) %]
	Средство измерений для контроля момента затяжки датчика в штуцер	Ключ моментный электронный КД 60-10 [диапазон (12-60) Н·м, погрешность ± 2%]

4.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 3 другими средствами поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

5.2 К работе с датчиками допускаются лица, знающие их устройство и ознакомившиеся с правилами техники безопасности, действующими на предприятии для установок высокого давления, измерительных приборов и электроустановок.

5.3 Допустимая величина потенциала статического электричества не более 30 В по абсолютному значению. При работе с датчиком все применяемые приборы должны быть заземлены.

Все проверки датчика, связанные с подачей давления в приемную полость, проводить с технологическим штуцером. Момент затяжки датчика в штуцер (20 – 25) Н·м [(2 – 2,5) кгс·м].

ВНИМАНИЕ! КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1) **ОТСОЕДИНЯТЬ ДАТЧИК ОТ ПОДВОДЯЩИХ ЦЕПЕЙ ПРИ НАЛИЧИИ В ПОСЛЕДНИХ ДАВЛЕНИЯ;**

2) **ПРИСОЕДИНЯТЬ К ДАТЧИКУ КАБЕЛЬ ИЛИ ОТСОЕДИНЯТЬ ОТ ДАТЧИКА КАБЕЛЬ ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ.**

5.4 Давление в приемную полость датчика подавать воздухом или газообразным азотом. Допускается в качестве источника давления использовать грузопоршневые манометры типа МП-600, МП-60 с разделителем, исключающим попадание масла в приемную полость датчика, манометры поршневые МПА-15, а также калибраторы-контроллеры давления СРС 8000, GPS II, GPS 3, ЭЛЕМЕР-АКД-12К.

Допускается использовать в качестве разделителя сред стальную трубку длиной (1,5 – 2,5) м. Трубка должна выдерживать давление 100 МПа. Место установки датчика должно быть в высшей точке трубки и находиться выше штуцера грузопоршневого манометра на (0,2 – 0,5) м.

Разделительную трубку обезжирить под «амидол» методом струйной очистки с целью удаления механических частиц.

5.5 Перед каждым включением схемы измерения электронные приборы прогреть в тече-

ние времени, указанного в их технических описаниях.

5.6 Запрещается присоединять и отсоединять датчик от подводящих магистралей, при наличии в них давления.

5.7 При настройках и работах, связанных с подачей давления на датчик, соблюдать требования инструкций по технике безопасности на установках высокого давления, действующих на предприятии.

5.8 В процессе поверки датчиков менять средства измерений не рекомендуется.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 Проверку внешнего вида и маркировки датчиков проводить визуальным осмотром.

На поверхностях датчиков не должно быть вмятин, царапин, забоин и других дефектов за исключением:

- наличия цвета побежалости до темно-синего включительно;
- потемнения некоррозионного характера.

6.2 При проверке маркировки руководствоваться следующими требованиями.

На каждом датчике должно быть отчетливо нанесено:

- обозначение и порядковый номер исполнения;
- наименование изделия;
- предел измерений;
- заводской номер;
- **СЭ** знак «Аппаратура, чувствительная к статическому электричеству»;
- вид взрывозащиты.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.

7.1 Все операции поверки проводить после прогрева приборов в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

7.2 При работе с датчиками должны быть приняты меры защиты от воздействия статического электричества в соответствии с ОСТ 92-1615.

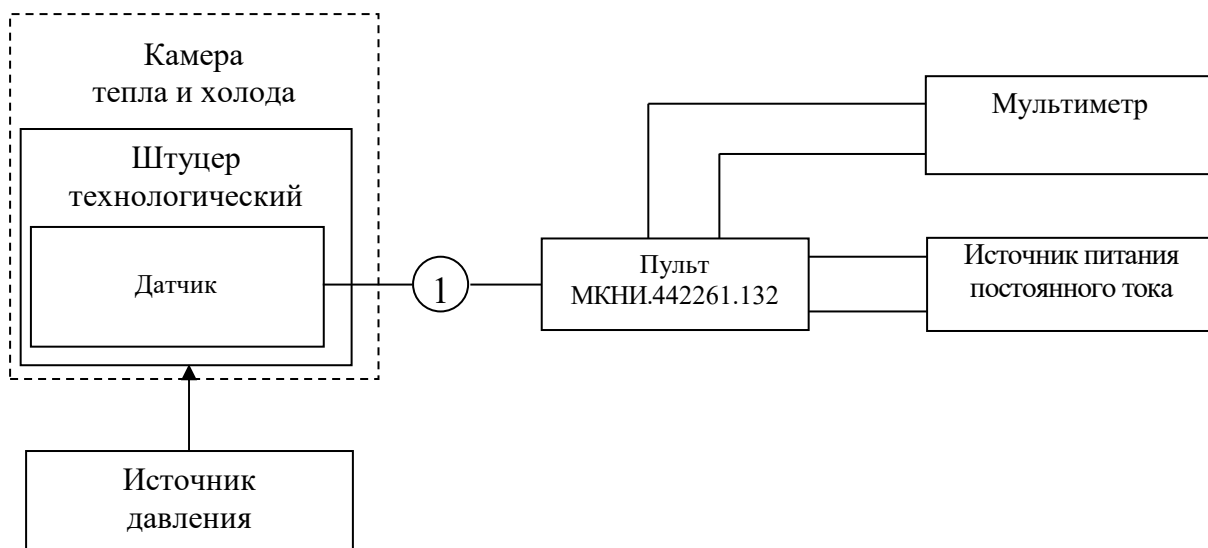
7.3 Собрать схему согласно рисунку 1 (камеру тепла и холода исключить).

7.4 Установить на источнике питания значение питающего тока 2,78 мА.

7.5 Подать на датчик абсолютное давление P_0 не более 13,3 Па, с помощью мультиметра проконтролировать наличие начального выходного сигнала.

7.6 Подать плавно на датчик давление, равное верхнему пределу измеряемого диапазона $P_{в}$. с помощью мультиметра проконтролировать наличие номинального выходного сигнала.

7.7 Плавно снять давление, выключить питание. Разобрать схему.



1 – кабель МКНИ.685619.656

Рисунок 1

8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Контроль начального и номинального выходного сигнала

8.1.2 Подать на датчик абсолютное давление P_0 не более 13,3 Па. Измерить значение начального выходного сигнала U_0 .

Результаты измерений занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.1.

8.1.3 Подать плавно на датчик давление, равное верхнему пределу измеряемого диапазона P_B . Измерить номинальный выходной сигнал.

Результаты измерений занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.1.

8.1.4 Плавно снять давление, выключить питание. Разобрать схему.

8.1.5 Значение начального выходного сигнала датчиков при подаче абсолютного давления не более 13,3 Па должно находиться в диапазоне от минус 5 мВ до плюс 5 мВ; значение номинального выходного сигнала при подаче давления, соответствующего верхнему пределу измерений не менее 70 мВ.

8.2 Контроль приведенной к верхнему пределу измерений погрешности

8.2.1 Собрать схему согласно рисунку 1. Установить в камере температуру 20 °С.

Установить на источнике питания значение питающего тока 2,78 мА и выдержать датчик в течение 2 часов.

8.2.2 Для датчиков разбить диапазон измерений с постоянным шагом изменения входного давления на 11 точек.

8.2.3 Подать давление согласно точкам градуирования и снять 4 раза зависимость выходного напряжения от давления при прямом ходе (повышение давления) и обратном ходе (понижение давления). Результаты измерений оформить в соответствии с таблицей по форме таблицы А.2.

8.2.4 Выключить питание, разобрать схему.

Определить приведенное значение погрешности по результатам градуирования по формуле, в процентах:

$$\gamma_0 = \pm 1,96 \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \cdot \sum_{i=1}^{2n} \left(y_{ji}^{(M,B)} - \sum_{k=0}^L a_k \cdot P_j^k \right)^2}{N^2(2nm-L-1)}} \cdot 100, \quad (1)$$

где n - порядковый номер повторения опыта (цикл);
 m - количество точек градуировки;

$$y_{ji}^{(M,B)} = \frac{U_{j\text{вых}}^{(M,B)}}{U_{j\text{пит}}^{(M,B)}} - \text{приведенное значение выходного сигнала в каждой } j\text{-ой точке для}$$

каждого i -го цикла градуирования, В;

$U_{j\text{вых}}^{(M,B)}$ - значение выходного сигнала в каждой j -ой точке для каждого i -го цикла градуирования, мВ;

$U_{j\text{пит}}^{(M,B)}$ - напряжение питания, при котором регистрировалось значение $U_{j\text{вых}}^{(M,B)}$, В;

$N = U_n - U_0$ - нормирующее значение выходного сигнала датчика, В;

U_n - значение выходного сигнала в точке $j=5$ средней градуировочной характеристики, В;

U_0 - значение начального выходного сигнала в точке $j=1$ средней градуировочной характеристики, В;

$L=2$ - степень полинома, в виде которого представлена функция преобразования;

a_k - коэффициент функции преобразования, определяемые по ОСТ 92-4279-80 по данным циклов градуирования;

P_j^k - значение давления в каждой j -й точке градуирования, МПа.

Значение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности занести в таблицу по форме таблицы А.2.

8.2.5 Значение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности датчиков должно находиться $\pm 0,2$ %.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений, полученные в результате поверки, занести в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

9.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Примечание – Если ссылочный документ заменен (изменен), то при оформлении результатов поверки следует руководствоваться замененным (измененным) документом.

9.3 Сведения о результатах поверки датчика в целях подтверждения поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ в соответствии с порядком создания и ведения ФИФ ОЕИ, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, согласованные с лицом, представляющим датчик на поверку, но не превышающие 40 рабочих дней с даты проведения поверки датчика.

9.4 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие датчика метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) вносит запись о проведенной поверке в паспорт (формуляр) датчика или в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие датчика метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению датчика.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ №

поверки датчика давления высокоресурсного СДАИ.406239.198 зав. № _____

1 Вид поверки:

2 Дата поверки: «__» _____ 20__ г.

3 Средства поверки

Наименование, тип	Заводской номер	№, дата свидетельства о поверке, кем выдано

4 Условия поверки

4.1 Температура окружающего воздуха, °С:

4.2 Относительная влажность воздуха, %:

4.3 Атмосферное давление, кПа:

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Контроль внешнего вида, маркировки:

5.2 Контроль начального и номинального выходного сигнала

Таблица А.1

Наименование параметра	Требование ТУ	Действительное значение
Начальный выходной сигнал, мВ	от минус 5 до плюс 5	
Номинальный выходной сигнал не менее, мВ	70	

5.3 Контроль приведенной к верхнему пределу измерений погрешности

Результаты приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 Градуировочная характеристика датчика и результаты определения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности

Датчик СДАИ.406239.198 - _____ № _____
порядковый номер (заводской номер) (верхний предел измерений)

Номер точки градуирования, i	Входной параметр, МПа	Выходной сигнал, мВ							
		1-й цикл градуирования		2-й цикл градуирования		3-й цикл градуирования		4-й цикл градуирования	
		U_i^M	U_i^B	U_i^M	U_i^B	U_i^M	U_i^B	U_i^M	U_i^B
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Наименование параметра		Требование ТУ				Действительно значение			
Значение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности, %, в пределах		$\pm 0,2$							

6 Вывод

Значение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности датчика высокоресурсного СДАИ.406239.198-_____ зав. № _____ не превышает/(превышает) пределов допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности .

Метрологические характеристики датчика давления высокоресурсного СДАИ.406239.198-_____ зав. № _____ соответствуют описанию типа.

Дата очередной поверки

Поверитель _____

(подпись, дата)

_____ (Ф.И.О.)