

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
имени Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

 **А.Н. Пронин**

М.п.

« 23 » декабря 2019 г.



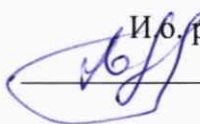
**ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
К. ИВЦОВ Е. П.
ДОВЕРЕННОСТЬ № 17
ОТ 30 ЯНВАРЯ 2020**

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики динамического давления ICP модель 102M206

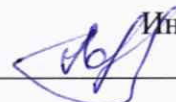
**Методика поверки
МП 2520-093-2019**

И.о. руководителя НИЛ 2520

 **А.А. Козляковский**

Разработчик

Инженер 1 категории

 **Н.А. Селькина**

Санкт-Петербург
2019 г.

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на датчики динамического давления ICP модель 102M276 (далее датчик), предназначенные для измерений и преобразований значений переменного давления в пропорциональный электрический сигнал и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

Поверка проводится:

- при вводе в эксплуатацию;
- после ремонта

1 Операции поверки

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

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2	да	нет
Опробование	7.3	да	да
Определение собственной резонансной частоты датчика	7.4	да	да
Определение действительного значения коэффициента преобразования	7.5	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	7.6	да	да
Проверка диапазона измерений частот переменного давления	7.7	да	нет
Определение нелинейности амплитудной характеристики	7.8	да	да
Проверка диапазона измерений амплитуд переменного давления	7.9	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений переменного давления	7.10	да	да

2 Средства поверки

2.1 Перечень средств поверки представлен в таблице 2

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Тераомметр ПрофКип Е6-13М	Диапазон напряжений от 1 В до 1000 В, диапазон измерения сопротивления изоляции от 10 кОм до 10 ТОм, рег. № 71688-18.
7.3-7.10	Осциллограф цифровой TDS 1012B (далее осциллограф TDS 1012B).	Диапазон частот от 0 до 1 ГГц, диапазон напряжений от 0,1 до 100 В, ПГ±1 %, рег. № 32618-06.
7.4-7.10	Вторичный эталон по ГОСТ Р 8.801-2012	ГОСТ Р 8.801-2012 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений переменного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $2,5 \cdot 10^7$ Па для частот от $5 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^4$ Гц и длительностей от $1 \cdot 10^{-5}$ до 10 с при постоянном давлении до $5 \cdot 10^6$ Па»

2.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке. На вторичный эталон должны быть результаты его периодической аттестации.

2.3 Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования, удовлетворяющих требованиям настоящей методики по погрешности.

3 Требования к квалификации поверителей

Поверка датчиков осуществляется лицами, прошедшими специальную подготовку, аттестованными в качестве поверителей и изучившими нормативные документы (далее НД) наверяемые средства измерений.

4 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

- средства измерений, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление;
- сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом. Не допускается использовать в качестве заземления корпус (коробку) силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления;
- персонал, осуществляющий поверку, должен иметь удостоверение на право работы с установками, имеющими напряжение до 1000 В.

5 Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С.....от +18 до +25;
относительная влажность, %.....от 40 до 80;
атмосферное давление, кПаот 96,0 до 106,7.

6 Подготовка к поверке

Подготовка средств поверки должна проводиться в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки. Установка и крепление поверяемых датчиков к эталонным установкам должно соответствовать руководству по эксплуатации на датчик.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого датчика требованиям комплектности технической документации, руководства по эксплуатации (РЭ) и свидетельства о последней поверке.

7.1.2 Датчик не должен иметь внешних повреждений корпуса и соединительных кабелей.

7.1.3 Датчик должен иметь маркировку с указанием типа и номера.

7.1.4 При невыполнении вышеуказанных требований датчик признается непригодным для проведения поверки.

7.2 Проверка сопротивления изоляции

7.2.1 При проверке сопротивления изоляции датчика подключают тераомметр ПрофКип Е6-13М к контактам датчика. Измеряют сопротивление изоляции.

7.2.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если сопротивление изоляции не менее 100 МОм.

7.3 Опробование

7.3.1 При проведении опробования проверяют работоспособность датчика. Поверяемый датчик соединяют с входом согласующего усилителя сигналов (далее усилитель сигналов), выход которого соединяют с входом осциллографа TDS 1012B, работающего в ждущем режиме.

7.3.2 Устанавливают осциллограф в режим работы «Цикл».

7.3.3 Воздействуют на датчик механическими колебаниями, например, постукивая пальцем, и наблюдают появление сигнала на экране осциллографа.

7.3.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если выполняются требования п.7.3.3 МП.

7.4 Определение собственной резонансной частоты

7.4.1 Датчик закрепляют на эталонной установке для воспроизведения импульсного давления в газовой среде УУТ-4 (далее эталонная установка УУТ-4) в ее торце с помощью специальных элементов крепления, входящих в комплект установки.

7.4.2 Соединяют датчик с входом усилителя сигналов, выход которого соединяют с входом осциллографа TDS 1012 B, работающего в ждущем режиме.

7.4.3 Воспроизводят импульсное давление и регистрируют отклик датчика на экране осциллографа.

7.4.4 С помощью курсоров осциллографа измеряют период $T_{рез}$ записанной на экране осциллографа характеристики. С помощью формулы $F_{рез} = 1/T_{рез}$ определяют собственную резонансную частоту.

7.4.5 Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение собственной резонансной частоты датчика не менее 220 кГц.

7.5 Определение действительного значения коэффициента преобразования

7.5.1 Действительное значение коэффициента преобразования датчика определяют на эталонной установке для воспроизведения импульсного давления в жидкости УБК-2М (далее эталонная установка УБК-2М) в соответствии с руководством по эксплуатации на эталонную установку.

7.5.2 Датчик устанавливают на эталонной установке УБК-2М с помощью специальных элементов крепления, входящих в комплект установки. Соединяют датчик с входом усилителя сигналов, выход которого соединяют с входом осциллографа TDS 1012 В, работающего в ждущем режиме.

7.5.3 Воспроизводят импульсное давление значениями амплитуд из диапазона, указанного в НД на датчик, не менее 3 значений амплитуд (обязательно наличие верхнего и нижнего значений из диапазона амплитуд), регистрируют отклик датчика на экране осциллографа.

7.5.4 Значения для амплитуд импульсного давления $P_{изм_i}$ определяют согласно п.7.9.

7.5.5 Определяют действительное значение коэффициента преобразования, Su_i , мВ/кПа, по формуле (1)

$$Su_i = \frac{U_{нов_i}}{P_{изм_i} \cdot K_{ну}}, \quad (1)$$

где $U_{нов_i}$ - амплитуда напряжения на выходе поверяемого датчика, мВ;

$P_{изм_i}$ - измеренное значение амплитуды давления, кПа;

$K_{ну}$ - коэффициент передачи усилителя сигналов, $K_{ну}=1$.

Проводят не менее 3 измерений, после чего рассчитывают среднее арифметическое значение коэффициента преобразования по формуле (2)

$$Su_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Su_i}{n}, \quad (2)$$

где Su_{cp} - среднее арифметическое значение коэффициента преобразования;

n - число измерений, $n \geq 3$

7.5.6 Рассчитывают относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования датчика от номинального значения, указанного в НД на датчик по формуле (3)

$$\delta_{Su} = \frac{S_{ucp} - S_{ин}}{S_{ин}}, \quad (3)$$

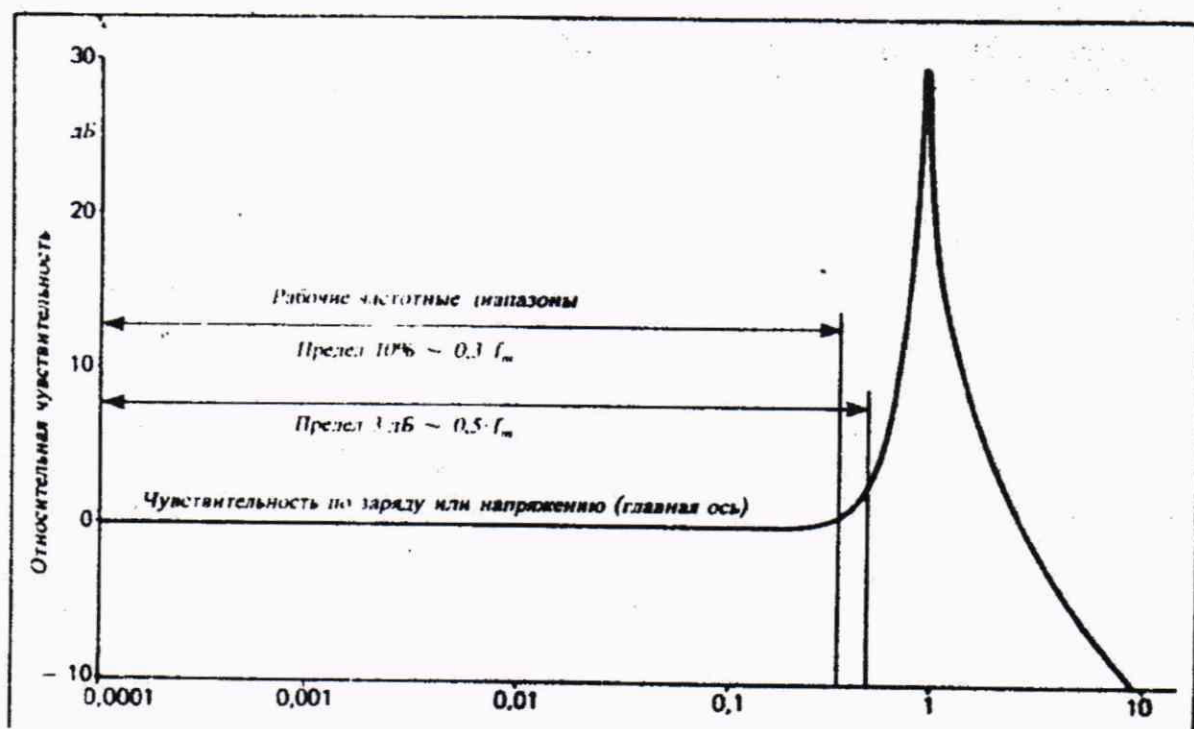
где $S_{ин}$ - номинальное значение коэффициента преобразования датчика, равное 14,5 мВ/кПа.

7.5.7 Относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования датчика от номинального значения должно находиться в пределах $\pm 15\%$.

7.5.8 Результаты поверки считают удовлетворительными, если действительное значение коэффициента преобразования соответствует значению $14,5 \text{ мВ/кПа} \pm 15\%$.

7.6 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

7.6.1 По результатам определения собственной резонансной частоты датчика (п.7.4) обрабатывают импульсную характеристику датчика (акселерометра) с помощью преобразования Фурье.



Кривая амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) датчика

7.6.2 Кривая АЧХ датчика связана с выражением (4)

$$A = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_m}\right)^2}, \quad (4)$$

где A — отношение амплитуд в области высоких и низких частот;

f_m — значение частоты резонанса закрепленного датчика.

На основе выражения (4) можно определить рабочий диапазон частот датчика и вычислить отклонения, присущие отдельным частотам и получаемые в результате измерений значений амплитуды, от соответствующих действительных значений амплитуды исследуемых механических колебаний.

В качестве верхнего предела рабочего диапазона частот датчика можно использовать различные значения, связанные с определенными значениями отклонений, получаемых в результате измерений значений амплитуды от действительных значений амплитуды механических колебаний.

Предел 5 % определен частотой, на которой относительное отклонение, получаемого в результате измерения значения амплитуды от действительного значения амплитуды, воздействующих на датчик механических колебаний, составляет 5 %. С не превышающей 5 % погрешностью можно измерять механические колебания с частотами, меньшими приблизительно деленного на 5 (коэффициент умножения 0,22) значения резонансной частоты закрепленного датчика.

На основании определения собственной резонансной частоты (п.7.4) значение неравномерности принимаем равной 5 %.

Сверху диапазон частот ограничен значением, полученным в результате умножения собственной резонансной частоты на коэффициент умножения 0,22.

Снизу диапазон частот ограничен фильтром верхних частот усилителя сигналов и составляет 1 Гц

7.6.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если в диапазоне измерений частот переменного давления значение неравномерности АЧХ δ_f не более 5 %.

7.7 Проверка диапазона измерений частот переменного давления

7.7.1 Диапазон измерений частот переменного давления проверяется после определения неравномерности АЧХ датчика.

7.7.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если в диапазоне частот от 1 до 10000 Гц значение неравномерности АЧХ не более 5 %.

7.8 Определение нелинейности амплитудной характеристики

7.8.1 Нелинейность амплитудной характеристики (АХ) датчика определяют на эталонной установке УБК-2М методом непосредственного сличения с эталонным преобразователем давления.

7.8.2 Нелинейность определяют не менее, чем при трех значениях амплитуды единичного скачка давления, расположенных равномерно по рабочему диапазону измеряемых датчиком амплитуд переменных давлений (включая нижнее и верхнее значения).

7.8.3 Датчик устанавливают на эталонной установке УБК-2М в соответствии с руководством по эксплуатации эталонной установки. Соединяют датчик с входом усилителя сигналов, выход которого соединяют с входом осциллографа TDS 1012 В, работающего в ждущем режиме.

7.8.4 Воспроизводят единичный скачок импульсного давления заданной амплитуды, соответствующей требованиям п. 7.8.2 МП, и регистрируют отклик датчика на экране осциллографа. Определяют коэффициент преобразования по формуле (1) МП.

При каждом эталонном значении амплитуды единичного скачка давления проводят не менее трех измерений, после чего рассчитывают среднее арифметическое значение коэффициента преобразования S_{ucp} для заданного эталонного значения амплитуды единичного скачка давления P_i по формуле (2)

7.8.5 Повторяют процедуру определения коэффициента преобразования в соответствии с требованиями п. 7.5.5.

7.8.6 Определяют для каждого эталонного значения амплитуды единичного скачка давления P_i относительное отклонение коэффициента преобразования от действительного значения по формуле (5):

$$\delta_a^{P_i} = \frac{S_{ucp} - S_{ucp}^{P_i}}{S_{u1}} \quad (5)$$

7.8.7 Наибольшее из отклонений δ_a принимают за нелинейность амплитудной характеристики:

$$\delta_a = \left| \delta_a^{P_i} \right|_{\text{МАК}} \quad (6)$$

7.8.8 Результаты поверки считают удовлетворительными, если в диапазоне измерений амплитуд переменного давления, значение нелинейности АХ δ_a не более 5 %.

7.9 Проверка диапазона измерений амплитуд переменного давления

7.9.1 Диапазон измерений амплитуд переменного давления проверяется после определения нелинейности амплитудной характеристики датчика (п. 7.8).

7.9.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если в диапазоне измерений амплитуд переменного давления от 25 до 344,8 кПа, значение нелинейности амплитудной характеристики датчика не более 5 %.

7.10 Определение основной относительной погрешности измерений переменного давления

7.10.1 Основную относительную погрешность измерений переменного давления δ при доверительной вероятности 0,95 определяют по формуле:

$$\delta = \pm 1,1 \sqrt{\delta_0^2 + \delta_f^2 + \delta_a^2}, \quad (7)$$

где δ_0 - погрешность эталонной установки при определении действительного значения коэффициента преобразования датчика, $\delta_0 = 3,0$;

δ_a - нелинейность амплитудной характеристики датчика, % (п.7.8);

δ_f - неравномерность АЧХ датчика, % (п.7.6);

7.10.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная относительная погрешность измерений переменного давления находится в пределах ± 10 %.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки считаются положительными, если характеристики датчика удовлетворяют всем требованиям данной методики. В этом случае на датчик выдается свидетельство о поверке.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в руководство по эксплуатации.

8.2 При отрицательных результатах датчик к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин.