

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП «ВНИИМ»

им. Д.И. Менделеева»

_____ м.п. «28» _____ июня 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ДАВЛЕНИЯ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ 8510С-15

Методика поверки

МП 2520-088-2019

И.о. руководителя лаборатории НИЛ 2520
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ Козляковский А.А.

« 28 » _____ 06 2019 г.

г. Санкт-Петербург

2019 г.

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на преобразователи переменного давления измерительные 8510С-15 (далее – преобразователи), фирмы «Endevco», США и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Первичная поверка проводится:

- при вводе в эксплуатацию;
- после ремонта.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются 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
Опробование	7.2	да	да
Определение действительного значения коэффициента преобразования. Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального	7.3	да	да
Определение собственной резонансной частоты	7.4	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики. Определение диапазона амплитуд измеряемых давлений.	7.5	да	да
Определение диапазона рабочих частот и определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот измеряемых давлений	7.6	да	да
Определение относительной погрешности измерений давления	7.7	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, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7	- осциллограф цифровой TDS 2002B	диапазон частот 0 – 1 ГГц, диапазон напряжений 0,1 – 100 В, ПГ ± 1 %
7.3, 7.4, 7.6, 7.7	- эталонная установка для воспроизведения импульсного давления в газовой среде УУТ-4 из состава ГЭТ 131-81	диапазон измерений импульсного давления 100 кПа – 1 МПа, НСП ≤ 3 %
7.5	- эталонная установка для воспроизведения импульсного давления в жидкости УБК-2М из состава ГЭТ 131-81	диапазон измерений амплитуд импульсного давления 10 кПа – 25 МПа, НСП ≤ 3 %

2.2 Средства измерений, применяемые при поверке должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

2.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 Требования к квалификации поверителей

Поверка преобразователей осуществляется лицами, прошедшими специальную подготовку, аттестованными в качестве поверителей и изучившими нормативные документы (далее НД) на поверяемые средства измерений и средства поверки.

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 +24

относительная влажность, %от 40 до 80

атмосферное давление, кПа.....от 92 до 108

6 Подготовка к поверке

Подготовка средств измерений к поверке должна производиться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указания мер безопасности» руководства по эксплуатации и других нормативных документов на акселерометры и средства измерений, применяемые при поверке.

Все операции поверки должны проводиться не менее чем двумя лицами, имеющими квалификационную группу по технике безопасности не ниже 3.

Все подключения и отключения к акселерометрам можно производить только при отключенном напряжении питания.

Поверку в целях утверждения типа может проводить специалист, имеющий высшее профессиональное образование.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверка внешнего вида и маркировки преобразователей проводится путем сравнения с технической документацией, представленной заявителем.

7.1.2 Результат проверки считается положительным, если конструкция и маркировка преобразователей соответствует требованиям технической документации на преобразователи.

7.2 Опробование

7.2.1 При проведении опробования проверяют работоспособность преобразователя. Проверяемый преобразователь соединяют с входом осциллографа TDS 2002B.

7.2.2 Устанавливают осциллограф в режим работы «Цикл».

7.2.3 Воздействуют на преобразователь механическими колебаниями, например, постукивая пальцем, и наблюдают появление сигнала на экране осциллографа.

7.2.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если выполняются требования п. 7.2.3 настоящей методики поверки.

7.3 Определение действительного значения коэффициента преобразования.

Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального

7.3.1 Действительное значение коэффициента преобразования преобразователя определяют на эталонной установке УУТ-4 в соответствии с руководством по эксплуатации на эталонную установку.

7.3.2 Преобразователь устанавливают на эталонной установке УУТ-4 с помощью специальных элементов крепления, входящих в комплект установки. Соединяют преобразователь с входом осциллографа TDS 2002B, работающего в ждущем режиме.

7.3.3 Воспроизводят импульсное давление значениями амплитуд из диапазона измерений давления, не менее 3 значений (обязательно наличие верхнего и нижнего значений из диапазона измерений давления), регистрируют отклик преобразователя на экране осциллографа.

7.3.4 Определяют действительное значение коэффициента преобразования преобразователя, Su_i мВ/кПа, по формуле (1):

$$Su_i = \frac{U_{вых_i}}{P_{изм_i}}, \quad (1)$$

где $U_{вых_i}$ – амплитуда напряжения на выходе проверяемого преобразователя, мВ;
 $P_{изм_i}$ – измеренное значение амплитуды давления, кПа.

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

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

где $Su_{ср}$ – среднее арифметическое значение коэффициента преобразования;
 n – число измерений, $n \geq 3$.

7.3.5 Рассчитывают относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования преобразователя от номинального значения, указанного в НД по формуле (3):

$$\delta_{Su} = \frac{Su_{ср} - Su_{ном}}{Su_{ном}}, \quad (3)$$

где $Su_{ном}$ – номинальное значение коэффициента преобразования преобразователя, мВ/кПа.

7.3.6 Результаты определения считают удовлетворительными, если отклонение действительного значения коэффициента преобразования преобразователя от номинального значения не превышает $\pm 30\%$.

7.4 Определение собственной резонансной частоты

7.4.1 Преобразователь закрепляют на эталонной установке УУТ-4 в ее торце с помощью специальных элементов крепления, входящих в комплект установки.

7.4.2 Соединяют преобразователь с входом осциллографа TDS 2002B, работающего в ждущем режиме.

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

7.4.4 Записанный на осциллографе сигнал регистрируют на ПК.

7.4.5 Операции по п.п. 7.4.3 - 7.4.4 повторяют не менее 3 раз.

7.4.6 Зарегистрированный на ПК сигнал, являющийся переходной характеристикой преобразователя, обрабатывают по программе дифференцирования и получают импульсную характеристику преобразователя. Ее выводят на дисплей ПК и при необходимости распечатывают с помощью принтера.

7.4.7 Обработывая импульсную характеристику с помощью преобразования Фурье получают собственную резонансную частоту преобразователя как максимальную амплитуду на наименьшей частоте спектра.

7.4.8 Результаты определения считают удовлетворительными, если собственная резонансная частота преобразователя составляет не менее 140 кГц.

7.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики.

Определение диапазона амплитуд измеряемых давлений.

7.5.1 Диапазон измеряемых давлений преобразователя определяют на эталонной установке УБК-2М.

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

7.5.3 Преобразователь устанавливают на эталонной установке УБК-2М в соответствии с руководством по эксплуатации эталонной установки. Соединяют выход преобразователя с входом осциллографа TDS 2002В, работающего в ждущем режиме.

7.5.4 Воспроизводят единичный скачок импульсного давления заданной амплитуды, соответствующей требованиям п. 7.3.3, и регистрируют отклик преобразователя на экране осциллографа. Определяют коэффициент преобразования, по формуле (1).

При каждом эталонном значении амплитуды единичного скачка давления проводят не менее 3 измерений, после чего рассчитывают среднее арифметическое значение коэффициента преобразования для заданного эталонного значения амплитуды единичного скачка давления по формуле (2).

7.5.5 Повторяют процедуру определения коэффициента преобразования в соответствии с требованиями п. 7.3.4.

7.5.6 Определяют для каждого эталонного значения амплитуды единичного скачка давления относительное отклонение от действительного значения коэффициента преобразования преобразователя (см. п. 4.5) по формуле (4), %:

$$\delta_a^{Pi} = \frac{Su_{cp} - Su_{cp}^{Pi}}{Su_1} \quad (4)$$

7.5.7 Наибольшее из отклонений δ_a принимают за нелинейность амплитудной характеристики:

$$\delta_a = \left| \delta_a^{Pi} \right|_{MAX} \quad (5)$$

7.5.8 Результаты определения считают удовлетворительными, если в диапазоне амплитуд измеряемых давлений, значение нелинейности составляет не более $\pm 5\%$ и диапазон измеряемых давлений в пределах от 20 до 100 кПа.

7.6 Определение диапазона рабочих частот и определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот измеряемых давлений

7.6.1 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот измеряемых давлений ($\delta_{АЧХ}$) преобразователей определяют расчетным методом по формуле (6), %:

$$\delta_{АЧХ} = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{f_{max}}{f_{с.рез}} \right)^2} \right| \quad (6)$$

где f_{max} — верхнее значение частоты рабочего диапазона измеряемых давлений преобразователей, Гц;

$f_{с.рез}$ — значение собственной резонансной частоты преобразователя, определенной по п. 7.4 настоящей методики поверки, кГц.

7.6.2 Верхнее значение диапазона рабочих частот преобразователей 35 кГц определяется максимальным значением неопределенности АЧХ, не более 7%.

7.6.3 За нижнее значение диапазона рабочих частот преобразователей принимается величина нижней границы фильтра верхних частот встроенного усилителя, указанная в технической документации на преобразователь.

7.6.4 Результаты определения считают удовлетворительными если значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот от 0,5 до 10000 Гц измеряемых давлений не превышает 7%.

7.7 Определение относительной погрешности измерений давления

7.7.1 Основную относительную погрешность измерений δ при доверительной вероятности 0,95 определяют по формуле (7):

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

где δ_0 – погрешность эталонной установки при определении действительного значения коэффициента преобразования преобразователя, ($\delta_0 = 3,0\%$);

δ_a – нелинейность преобразователя, % (формула (5));

$\delta_{АЧХ}$ – неравномерность амплитудно-частотной характеристики преобразователя, % (формула (6)).

7.7.2 Результаты определения считают удовлетворительными, если основная относительная погрешность измерений находится в пределах $\pm 10\%$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки считаются положительными, если характеристики преобразователя удовлетворяют всем требованиям данной методики. В этом случае на преобразователь выдается свидетельство о поверке в установленном порядке.

8.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

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