

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ФГУП «ВНИИМ  
им. Д.И. Менделеева»  
К. В. Гоголинский  
28 апреля 2017 г.  
Зам. директора  
Пронин А.И.  
Доверенность №6 от 09.01.2017г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи переменного давления измерительные  
серии 165855

Методика поверки  
МП 2520-076-2017

И.о. руководителя НИЛ 2520

А.А. Козляковский

«28» апреля 2017 г.

Зам. руководителя НИЛ 2520

С.Е. Верозубов

«28» апреля 2017 г.

г. Санкт-Петербург

2017 г.

Настоящая методика поверки (далее - МП) распространяется на преобразователи переменного давления измерительные серии 165855 (далее по тексту - преобразователь) «Bently Nevada, LLC», США, предназначенные для измерений переменного давления и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Допускается проведение периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений частот и амплитуд на основании письменного заявления заказчика. В этом случае в свидетельстве о поверке обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

Первичная поверка преобразователей проводится:

- при вводе в эксплуатацию;
- после ремонта.

Интервал между поверками – 2 года.

## 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	4.1	да	да
Опробование	4.2	да	да
Проверка нелинейности амплитудной характеристики и проверка значений выходного сигнала при давлении, соответствующему верхнему пределу измерений	4.3	да	да
Проверка значений выходного сигнала при нулевом давлении	4.4	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики Проверка диапазона частот измеряемых давлений	4.5	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений переменного давления	4.6	да	да

## 2 Средства поверки

1.2 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные 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
4.3, 4.4	Эталонная установка для воспроизведения импульсного давления в жидкости УБК-2М, из состава ГЭТ 131-81. Диапазон измерений импульсного давления $1 \cdot 10^4$ - $25 \cdot 10^6$ Па, диапазон длительностей $5 \cdot 10^{-3}$ -10 с, погрешность измерения $\pm 3,0$ %
4.5	Эталонная установка для воспроизведения импульсного давления в газовой среде УУТ-4 из состава ГЭТ 131-81. Диапазон измерений импульсного давления $1 \cdot 10^5$ - $1 \cdot 10^6$ Па, диапазон длительностей $1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ с, погрешность измерения $\pm 3,0$ %
4.2, 4.3, 4.5	Осциллограф цифровой TDS 1012В. Диапазон частот от 0 до 1 ГГц, диапазон напряжений от 0,1 до 100 В, погрешность $\pm 1$ %
4.3, 4.4	Мультиметр цифровой 34401А. Диапазон измеряемых СКЗ переменных напряжений от 1 мВ до 750 В, погрешность $\pm 0,4$ %

1. Средства измерений, применяемые при поверке и средства, входящие в состав государственного первичного специального эталона для средств измерений переменного давления, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2. Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.

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

## 2 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.

## 3. Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С.....  $20 \pm 2$ ;

относительная влажность окружающего воздуха, %..... 60 ± 20;  
атмосферное давление, кПа ..... 100 ± 4;  
напряжение питающей сети, В .....220±10.

#### 4 Подготовка к поверке

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

#### 5. Проведение поверки

##### 5.1 Внешний осмотр

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

5.1.2 Преобразователь не должен иметь внешних повреждений корпуса и соединительных кабелей.

5.1.3 Преобразователь должен иметь маркировку с указанием типа и номера.

5.1.4 **Внимание!** Не дотрагивайтесь до диафрагмы датчика давления. Это может привести к повреждениям датчика в связи с чувствительностью измерительного элемента к небольшим отклонениям диафрагмы.

5.1.5 При невыполнении вышеуказанных требований преобразователь признается непригодным для проведения поверки.

##### 5.2 Опробование

5.2.1 При проведении опробования проверяют работоспособность преобразователя. Поверяемый преобразователь соединяют со входом осциллографа цифрового TDS 1012B.

5.2.2 Устанавливают осциллограф в режим работы «Цикл».

На экране осциллографа, входящего в состав установки, после срабатывания клапанного устройства наблюдается выходной сигнал – отклик на давление в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.2.3 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если выполняются требования п.5.2.2 МП.

##### 5.3 Проверка нелинейности амплитудной характеристики и проверка значений выходного сигнала при давлении, соответствующему верхнему пределу измерений

5.3.1 Преобразователь устанавливают на эталонной установке для воспроизведения импульсного давления в жидкости УБК-2М в соответствии с руководством по эксплуатации эталонной установки. Соединяют выход преобразователя со входом осциллографа цифрового TDS 1012B, работающего в ждущем режиме.

5.3.2 Воспроизводят единичный скачок импульсного давления заданной амплитуды, соответствующей требованиям п.4.2.2 и регистрируют отклик преобразователя на экране осциллографа. Определяют отношение напряжения выхода  $U_i$  к измеряемому давлению  $P_i$  (коэффициент передачи  $S_{ui}$ ) по формуле (1):

$$S_{ui} = \frac{U_i}{P_i}, \text{ мВ/кПа} . \quad (1)$$

В каждой точке проводят по 3 измерения и вычисляют среднее  $\overline{S_{ui}}$  в данной «i» точке.

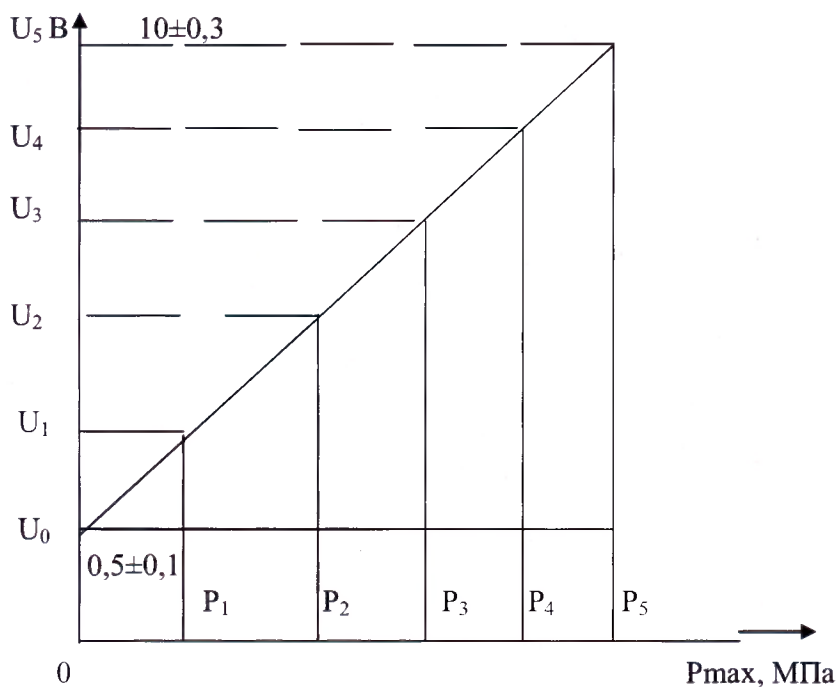
$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} U_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} S_{ui}}{n}, \quad (2)$$

где  $n$  – число измерений ( $n = 3$ ).

Затем определяют действительное значение  $\bar{S}_{uq}$ , мВ/кПа, как среднее  $\bar{S}_u$  во всех измеренных точках давления по формуле (3). При этом обязательно наличие верхнего и нижнего значений из диапазона измеряемых давлений.

$$\bar{S}_{uq} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \bar{S}_u}{n}$$

(3)



5.3.3 Определяют для каждого заданного значения амплитуды единичного скачка давления  $P_i$  относительное отклонение от действительного значения коэффициента  $\bar{S}_{uq}$  преобразователя, %, по формуле (4):

$$\Delta S_{ui} = (\bar{S}_{uq} - S_{ui}) \cdot 100.$$

(4)

5.3.4 Наибольшее из отклонений  $\Delta S_{ui}$  max принимают за нелинейность амплитудной характеристики  $\delta_a$ , %

$$\delta_a = |\Delta S_{ui}|_{\max}. \quad (5)$$

5.3.5 Результаты поверки считают удовлетворительными, если в диапазоне амплитуд измеряемых давлений, значение нелинейности  $\delta_a$  не будет превышать 5,0 %.

5.3.6 При проверке значения выходного сигнала при давлении, соответствующем верхнему пределу  $10 \pm 0,3$  В поверяемый преобразователь закрепляют на эталонную установку для воспроизведения импульсного давления в жидкости УБК-2М. Выход преобразователя соединяют со входом мультиметра, включенного в режим измерения постоянного напряжения. С мультиметра снимают показания.



Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение выходного сигнала при давлении, соответствующем верхнему пределу измерений находится в пределах  $10 \pm 0,3$  В.

5.3.7 При невыполнении требований п. 5.3.6 преобразователь признается непригодным для проведения поверки.

#### 5.4 Проверка значений выходного сигнала при нулевом давлении

5.4.1 При проверке значений выходного сигнала при нулевом давлении поверяемый преобразователь закрепляют на эталонную установку для воспроизведения импульсного давления в жидкости УБК-2М. Выход поверяемого преобразователя соединяют со входом мультиметра, включенного в режим измерения постоянного напряжения. При снятом давлении с мультиметра снимают показания.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение выходного сигнала при нулевом давлении  $0,5 \pm 0,1$  В.

5.4.2 При невыполнении требований п.5.4.1 преобразователь признается непригодным для проведения поверки.

#### 5.5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики. Проверка диапазона частот измеряемых давлений

5.5.1 Преобразователь закрепляют на эталонной установке для воспроизведения импульсного давления в газовой среде УУТ-4 в ее торце с помощью специальных элементов крепления, входящих в комплект установки.

5.5.2 Соединяют преобразователь со входом осциллографа цифрового TDS 1012B, работающего в ждущем режиме.

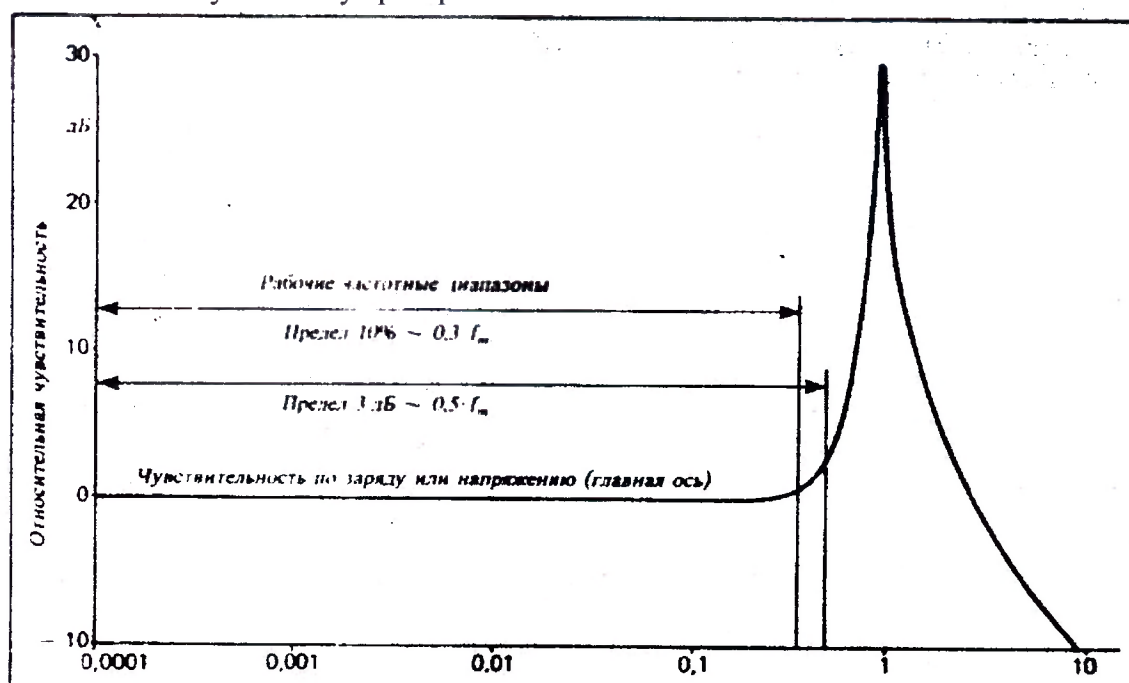
5.5.3 Воспроизводят импульсное давление и регистрируют отклик преобразователя на экране осциллографа.

5.5.4 Записанный на осциллографе сигнал направляют в ПК.

5.5.5 Операции по пп. 5.5.3-5.5.4 повторяют не менее 3 раз.

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

5.5.7 Обработывая импульсную характеристику с помощью преобразования Фурье получают собственную частоту преобразователя.



## Кривая амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) преобразователя

5.5.8 Кривая АЧХ преобразователя связана с выражением

$$A = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_m}\right)^2}, \quad (6)$$

где:  $A$  – отношение амплитуд в области высоких и низких частот;

$f_m$  – значение частоты резонанса закрепленного преобразователя.

На основе выражения (6) можно определить рабочий частотный диапазон преобразователя и вычислить отклонения, присущих отдельным частотам и получаемых в результате измерений значений амплитуды, от соответствующих действительных значений амплитуды исследуемых механических колебаний.

5.5.9 Верхнее значение диапазона рабочих частот преобразователя определяется на основании частоты собственного резонанса преобразователя по формуле (7), Гц

$$f_{\text{верхн.}} = f_m \cdot 0,22. \quad (7)$$

В качестве верхнего предела рабочего частотного диапазона преобразователя 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 преобразователь механических колебаний, составляет 5 %. С не превышающей 10 % погрешностью можно измерять механические колебания с частотами, меньшими приблизительно деленного на 5 (коэффициент умножения 0,22) значения резонансной частоты закрепленного преобразователя.

5.5.10 За нижнее значение диапазона рабочих частот преобразователя принимается величина нижней границы встроенного усилителя, составляющая 0,5 Гц.

5.5.11 Результаты поверки считают удовлетворительными, если диапазон рабочих частот преобразователя составляет 0,5 Гц – 5,5 кГц, а неравномерность амплитудно-частотной характеристики в рабочем диапазоне частот измеряемого давления не превышает 5,0 %.

## 5.6 Определение основной относительной погрешности измерений переменного давления

5.6.1 Основную относительную погрешность измерений  $\delta$  определяют по формуле (8)

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{эт}})^2 + (\delta_{\text{АХ}})^2 + (\delta_{\text{АЧХ}})^2}, \quad (8)$$

где: 1,1 – коэффициент, определяемый доверительной вероятностью 0,95;

$\delta_{\text{эт}}$  – относительная погрешность эталонных установок УБК-2М и УУТ-4 из состава ГЭТ 131-81 при определении действительного значения коэффициента преобразования преобразователя,  $\delta_{\text{эт}} \pm 3,0\%$ ;

$\delta_{\text{АХ}}$  – нелинейность амплитудной характеристики преобразователя, %;

$\delta_{\text{АЧХ}}$  – неравномерность амплитудно-частотной характеристики преобразователя, %.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная относительная погрешность измерений в рабочем диапазоне частот и амплитуд преобразователя не превышает  $\pm 10\%$ .

## **6 Оформление результатов поверки**

6.1 При положительных результатах поверки на преобразователь оформляют свидетельство о поверке. На оборотной стороне свидетельства о поверке записывают результаты поверки.

Знак поверки наносят на свидетельство о поверке и в руководство по эксплуатации.

6.2 При отрицательных результатах поверки преобразователь к применению не допускают и на него оформляют извещение о непригодности с указанием причины.