

Р Ф Я Ц  
ВНИИЭФ

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР**  
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
**ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»**

Аттестат аккредитации № RA.RU.311769

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188  
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232  
E-mail: [shvn@olit.vniief.ru](mailto:shvn@olit.vniief.ru)

**СОГЛАСОВАНО**

Главный метролог  
ООО «ГлобалТест»

  
А.А. Симчук  
«12» 08 2019 г.  
  
М.п.

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ЦИ СИ,  
главный метролог  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

  
В.К. Дарымов  
«12» 08 2019 г.  
  
М.п.

**Преобразователь вихретоковый AP2200**

**Методика поверки**

**A3009.0314.МП-2019**

## Содержание

1	Операции поверки.....	4
2	Средства поверки.....	4
3	Требования к квалификации поверителей.....	4
4	Требования безопасности.....	5
5	Условия поверки.....	5
6	Подготовка к проведению поверки.....	5
7	Проведение поверки.....	6
8	Оформление результатов поверки .....	15
Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....		16
Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....		16
Приложение В (справочное) Структура обозначений ПП, СУП и ПВТ.....		17

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи вихретоковые АР2200.

Преобразователь вихретоковый АР2200 (далее по тексту - ПВТ) предназначен для бесконтактных измерений величин осевых сдвигов и радиальных виброперемещений валов турбин, компрессоров и энергетических агрегатов относительно корпуса.

ПВТ может применяться в системах технической диагностики и мониторинга в различных отраслях промышленности для измерений расстояний и размаха виброперемещения, а также в лабораторных и научных исследованиях.

Принцип действия ПВТ основан на взаимодействии электромагнитного поля вихревых токов на поверхности контролируемого объекта с электромагнитным полем катушки индуктивности, изменяющем ее комплексное сопротивление.

ПВТ выпускаются в нескольких модификациях в зависимости от диапазонов измерений и конструктивных особенностей. В качестве ПП применяются АЕХ.Х.Х.Х.Х отличающиеся диаметром катушки, типом выходного соединителя, геометрическими размерами и защитой кабеля (наличие или отсутствие металлорукава). В качестве СУП применяются D220-Х.Х.Х, отличающиеся видом выходного сигнала: D220-V.Х.Х выход по напряжению в частотном диапазоне от 0 до 5000 Гц; D220-С.Х.Х выход по току в частотном диапазоне от 0 до 5000 Гц; D220-В.Х.Х.Х выход по постоянному току, пропорциональному измеряемому размаху виброперемещения в частотном диапазоне от 2 до 5000 Гц. Для исполнения D220-В.Х.Х.Х максимальный измеряемый размах виброперемещения устанавливается при заказе.

Питание ПВТ осуществляется от внешнего источника питания положительного напряжения от 11,5 до 25 В, потребляемая мощность ПВТ не более 1 Вт.

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок ПВТ. Первичной поверке ПВТ подвергаются при выпуске из производства и после ремонта. Организация и проведение поверки в соответствии с действующим «Порядок проведения поверки средств измерений...», утвержденным приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 года № 1815.

Межповерочный интервал – 2 года.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки, приведен в приложении А.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

Структура обозначений ПП, СУП и ПВТ приведена в приложении В.



## 1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок ПВТ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 8.2.

1.3 Протокол поверки ведется в произвольной форме. На основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, допускается сокращать количество поверяемых каналов, проводить поверку отдельных измерительных каналов для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с потребностями владельца СИ и (или) техническими возможностями применяемых средств поверки, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Т а б л и ц а 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Проверка диапазона измерений, коэффициента преобразования и основной приведенной к верхней границе диапазона погрешности при измерении расстояния	7.3	+	+
4 Проверка диапазона измерений, коэффициента преобразования и основной приведенной к верхней границе диапазона погрешности при измерении размаха виброперемещения	7.4	+	+
5 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики	7.5	+	+

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2. Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и точности измерений.

2.2 Все применяемые СИ должны быть поверены в соответствии с действующим «Порядок проведения поверки средств измерений...» и иметь действующие свидетельства о поверке. Оборудование, необходимое для проведения испытаний, должно быть аттестовано согласно ГОСТ Р 8.568.

## 3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на ПВТ, данную методику поверки и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол- во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Микрометр	от 0 до 25 мм	кл.1	МГ 25-1 ГОСТ 6507	1	7.3
Индикатор часового типа	от 0 до 10 мм	кл.1	ИЧ10 рег. № 33841-07	2	7.3
Набор концевых мер длины	от 1 до 5 мм	кл.2	Набор №1 рег. № 35954-07	1	7.4
Мультиметр цифровой	от 0,1 мВ до 10 В; от 0,01 до 25 мА; от 3 Гц до 2 кГц	$\pm 0,2 \%$	34410А рег. № 47717-11	1	все
Поверочная виброустановка	от 0,01 до 400 м/с <sup>2</sup> ; от 2 до 2000 Гц	$\pm 2 \%$	DVC-500 рег. № 58770-14	1	7.4, 7.5
Стенд испытательный	от 0 до 25 мм	$\pm 20$ мкм	AP1759	1	7.3
Блок питания	12 В, 100 мА	$\pm 0,2$ В	AS05	1	все

#### 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)».

4.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на датчик, средства поверки и испытательное оборудование.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

#### 5 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

#### 6 Подготовка к проведению поверки

6.1 Перед проведением поверки подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них.

6.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 5.



## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- целостность корпуса СУП, ПП и удлинительного кабеля;
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов;
- надежность крепления всех составных частей ПВТ.

При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, ПВТ бракуют.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Собирают схему измерений, в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора подсоединяют мультиметр цифровой 34410А. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Мультиметр 34410А переводят в режим измерений напряжения постоянного тока для исполнений AP2200-X-V.X.X, или в режим измерений силы постоянного тока для исполнений AP2200-X-C.X.X и AP2200-X-B.X.X

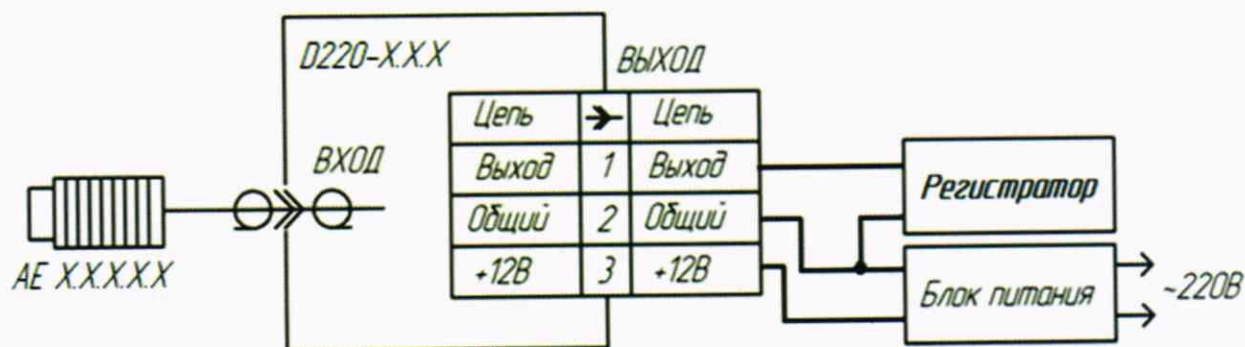


Рисунок 1 – Схема включения ПВТ AP2200-X-V.X.X

**Примечание** – В качестве блока питания допускается использовать любой стабилизированный источник питания постоянного тока с установленным выходным положительным напряжением от 11,5 до 25 В и током нагрузки не менее 100 мА.

7.2.2 Приближают плоскую пластину, изготовленную из ферромагнитной стали, к торцу первичного преобразователя ПВТ.

7.2.3 Для исполнений AP2200-X-V.X.X, изменение выходного напряжения постоянного тока ПВТ, контролируемое по мультиметру, должно быть не менее 4 В. Для исполнений AP2200-X-C.X.X, изменение выходного тока ПВТ должно быть не менее 8 мА. Для исполнений AP2200-X-B.X.X импульсное изменение выходного тока ПВТ должно быть не менее 2 мА.

7.2.4 ПВТ считают прошедшим опробование с положительным результатом, если выполняются требования 7.2.3.

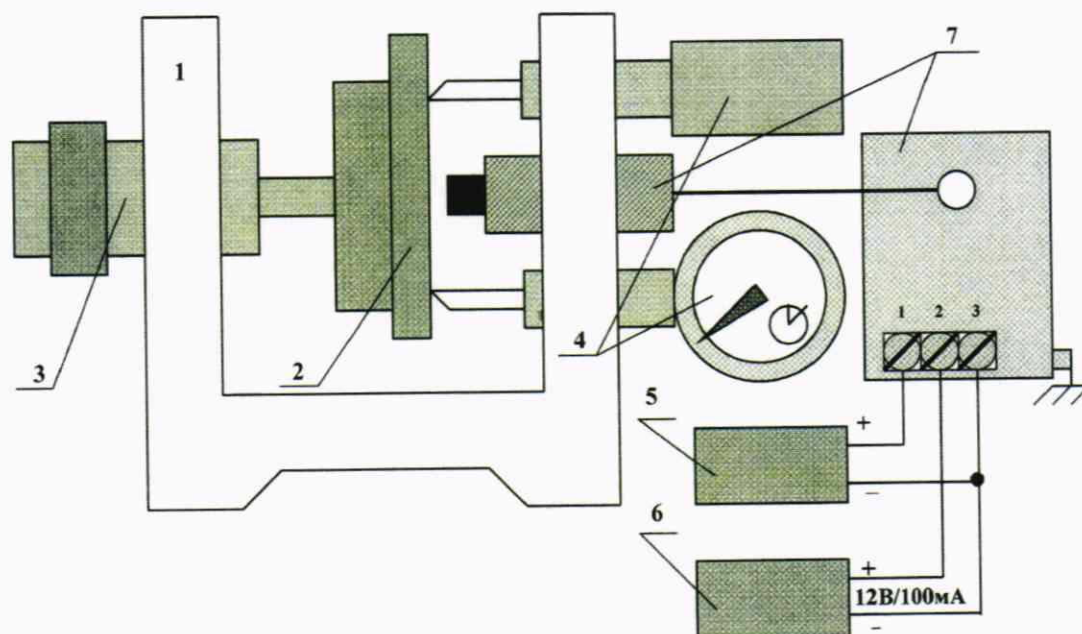
7.3 Проверка диапазона измерений, коэффициента преобразования и основной приведенной к верхней границе диапазона погрешности при измерении расстояния

7.3.1 Собирают схему измерений, в соответствии с рисунком 2. В качестве регистратора подсоединяют мультиметр 34410А.

7.3.2 Устанавливают ПП поверяемого ПВТ на стенд задания перемещения АР1759. Положение микрометра (3) и поверяемого ПП (7) относительно друг друга должно быть таким, чтобы обеспечивался весь диапазон измерений расстояния.

7.3.3 Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Мультиметр 34410А переводят в режим измерений напряжения постоянного тока для исполнений АР2200-Х-V.Х.Х, или в режим измерений силы постоянного тока для исполнений АР2200-Х-С.Х.Х.

7.3.4 Вращением микрометрического винта (3) добиваются соприкосновения образца (2) и торца ПП поверяемого ПВТ, без усилия – по срабатыванию трещотки.



- 1 – стенд АР1759;
- 2 – образец (марка стали образца указана в паспорте на поверяемый ПВТ);
- 3 – микрометр МГ25-1;
- 4 – индикатор ИЧ10 кл.1 (3 шт.);
- 5 – регистратор (например, мультиметр 34410А);
- 6 – блок питания АS05 (или источник питания, например, SPD-73606, Б5-71 и т.д.);
- 7 – поверяемый ПВТ

Рисунок 2 – Схема проверки диапазона и основной приведенной к верхней границе диапазона погрешности ПВТ при измерении расстояния

7.3.5 Вращением микрометрического винта (3), устанавливают первое рекомендуемое значение расстояния  $L_{рекi}$ , мкм, из таблицы 3 в зависимости от диаметра катушки ПП. Контроль установленного значения расстояния на испытательном стенде АР1759 (в целях устранения погрешности от неперпендикулярности оси ПП поверяемого ПВТ к рабочей поверхности образца) проводят с помощью трех эталонных средств измерений: по микрометру МГ25-1 и по двум индикаторам часового типа ИЧ10 кл.1, установленным по внешнему диаметру образца. В таблицу 3 записывают среднеарифметический результат установленного значения  $L_{задi}$ , мкм, и показания мультиметра  $U_{измi}$ , В ( $I_{измi}$ , мА – для исполнений АР2200-Х-С.Х.Х).



7.3.6 Повторяют операции по 7.3.5 для всех значений расстояний, указанных в таблице 3.

7.3.7 Номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений АР2200-Х-В.Х.Х при измерении расстояния  $K_{\partial V}$ , мВ/мкм, рассчитывают по формуле

$$K_{\partial V} = \frac{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}}{L_{\text{макс}} - L_{\text{мин}}} = \frac{8000}{L_{\text{макс}} - L_{\text{мин}}}, \quad (1)$$

где  $U_{\text{макс}}$  – максимальное выходное напряжение ПВТ при измерении расстояния, 9000 мВ;

$U_{\text{мин}}$  – минимальное выходное напряжение ПВТ при измерении расстояния, 1000 мВ;

$L_{\text{макс}}$  – верхняя граница диапазона измерений расстояния, мкм;

$L_{\text{мин}}$  – нижняя граница диапазона измерений расстояния, мкм.

7.3.8 Номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений АР2200-Х-С.Х.Х при измерении расстояния  $K_{\partial I}$ , мА/мкм, рассчитывают по формуле

$$K_{\partial I} = \frac{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}}{L_{\text{макс}} - L_{\text{мин}}} = \frac{16}{L_{\text{макс}} - L_{\text{мин}}} \quad (2)$$

где  $I_{\text{макс}}$  – максимальный выходной ток ПВТ при измерении расстояния, 20 мА;

$I_{\text{мин}}$  – минимальный выходной ток ПВТ при измерении расстояния, 4 мА;

$L_{\text{макс}}$  – верхняя граница диапазона измерений расстояния, мкм;

$L_{\text{мин}}$  – нижняя граница диапазона измерений расстояния, мкм.

Т а б л и ц а 3 – Определение основной приведенной погрешности при измерении расстояния

Параметр	ПВТ исполнений АР2200-Х-В.Х.Х				
$L_{\text{рек1}}$ , мкм	$L_{\text{мин}}$	$0,3 \cdot L_{\text{макс}}$	$L_n = (L_{\text{макс}} + L_{\text{мин}})/2$	$0,8 \cdot L_{\text{макс}}$	$L_{\text{макс}}$
$L_{\text{зад1}}$ , мкм					
$U_{\text{изм1}}$ , мВ					
$K_{\partial V}$ , мВ/мкм					
$L_{\text{изм1}}$ , мкм					
$\delta_{Li}$ , %					
Параметр	ПВТ исполнений АР2200-Х-С.Х.Х				
$L_{\text{рек1}}$ , мкм	$L_{\text{мин}}$	$0,3 \cdot L_{\text{макс}}$	$L_n = (L_{\text{макс}} + L_{\text{мин}})/2$	$0,8 \cdot L_{\text{макс}}$	$L_{\text{макс}}$
$L_{\text{зад1}}$ , мкм					
$I_{\text{изм1}}$ , мА					
$K_{\partial I}$ , мА/мкм					
$L_{\text{изм1}}$ , мкм					
$\delta_{Li}$ , %					

#### П р и м е ч а н и я

- 1 ПВТ исполнений АР2100-Х-В.Х.Х поверке по 7.3 не подвергается.
- 2 Допускается расстояние  $L_{\text{зад1}}$ , мкм, устанавливать с помощью концевых мер длины.



7.3.9 Измеренное ПВТ исполнений AP2200-X-V.X.X расстояние  $L_{измi}$ , мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{измi} = \frac{U_{измi} - U_{мин}}{K_{\partial V}} + L_{мин}, \quad (3)$$

где  $U_{измi}$  –  $i$ -е измеренное выходное напряжение ПВТ, мВ;

$U_{мин}$  – минимальное выходное напряжение ПВТ при измерении расстояния, 1000 мВ;

$K_{\partial V}$  – номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (1), мВ/мкм;

$L_{мин}$  – минимальное значение расстояния измеряемое ПВТ, мкм.

7.3.10 Измеренное ПВТ исполнений AP2100-X-C.X.X расстояние  $L_{измi}$ , мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{измi} = \frac{I_{измi} - I_{мин}}{K_{\partial I}} + L_{мин}, \quad (4)$$

где  $I_{измi}$  –  $i$ -й измеренный выходной ток ПВТ, мА;

$I_{мин}$  – минимальный выходной ток ПВТ при измерении расстояния, 4 мА;

$K_{\partial I}$  – номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (2), мА/мкм;

$L_{мин}$  – минимальное значение расстояния измеряемое ПВТ, мкм.

7.3.11 Основную приведенную к верхней границе диапазона погрешность измерений расстояния  $\delta_{Li}$ , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{Li} = \frac{L_{измi} - L_{задi}}{L_{макс}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $L_{измi}$  –  $i$ -ое измеренное расстояние из таблицы 3, мкм;

$L_{задi}$  –  $i$ -ое, заданное расстояние из таблицы 3, мкм.

$L_{макс}$  – верхняя граница диапазона измерений, мкм.

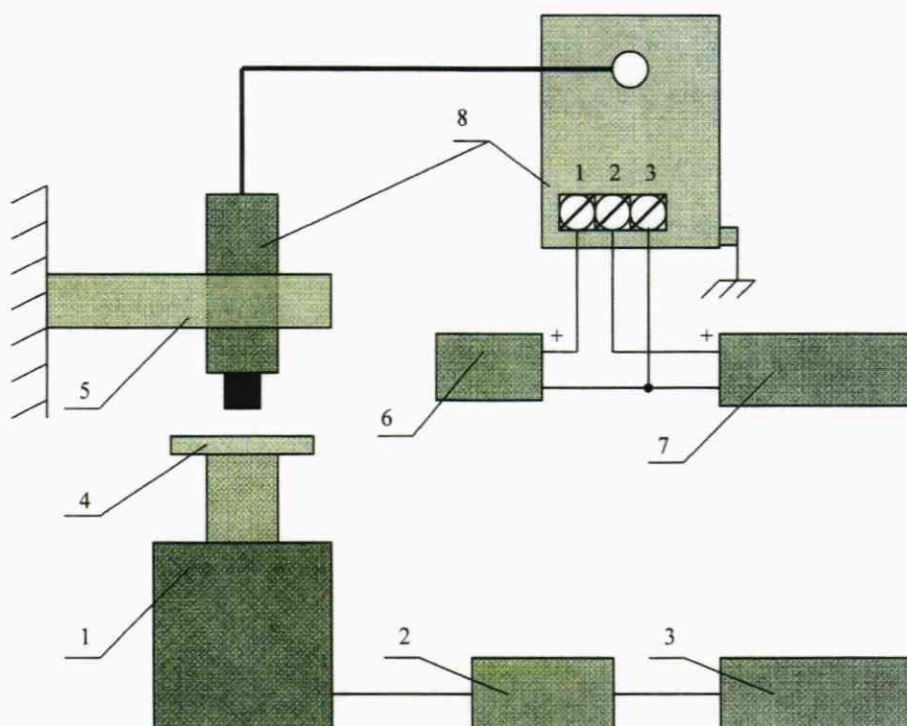
7.3.12 ПВТ считают прошедшим проверку, если основная приведенная к верхней границе диапазона погрешность при измерении расстояния находится в пределах  $\pm 4$  % и значения коэффициентов преобразования соответствуют таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Рекомендуемые значения начального зазора

Исполнение ПВТ	$L_n$ , мкм	Диапазон измере- ний расстояния, мкм	Номинальное значение $K_{\partial}^*$	
			мВ/мкм	мА/мм
AP2200-X-X.05X.X ( $\varnothing$ катушки 5 мм)	1200	от 200 до 2200	4,00 мВ/мкм	8,00 мА/мм
AP2200-X-X.08X.X ( $\varnothing$ катушки 8 мм)	1800	от 300 до 3300	2,67 мВ/мкм	5,33 мА/мм
AP2200-X-X.11X.X ( $\varnothing$ катушки 11 мм)	2300	от 300 до 4300	2,00 мВ/мкм	4,00 мА/мм
AP2200-X-X.19X.X ( $\varnothing$ катушки 19 мм)	4500	от 1000 до 8000	1,14 мВ/мкм	2,29 мА/мм
* - размерность $K_{\partial}$ зависит от типа выходного сигнала				

7.4 Проверка диапазона измерений, коэффициента преобразования и основной приведенной к верхней границе диапазона погрешности при измерении размаха виброперемещения

7.4.1 Собирают схему измерений, в соответствии с рисунком 3. ПП поверяемого ПВТ устанавливают с помощью кронштейна (5) над рабочей поверхностью образца (4), выставив начальный зазор  $L_n$ , мкм, между торцом ПП и стальным образцом с помощью концевых мер из набора № 1 (значение начального зазора, в зависимости от диаметра катушки ПП, приведено в таблице 4). В качестве регистратора (6) подсоединяют мультиметр 34410А.



- 1 – вибростенд поверочной установки;
- 2 – система управления поверочной установки;
- 3 – ПК поверочной установки;
- 4 – образец (марка стали образца указана в паспорте на поверяемый ПВТ);
- 5 – кронштейн для крепления ПВТ;
- 6 – мультиметр цифровой 34410А;
- 7 – источник питания постоянного тока SPD-73606;
- 8 – поверяемый ПВТ

Рисунок 2 – Схема проверки диапазона и основной приведенной к верхней границе диапазона погрешности при измерении размаха виброперемещения

7.4.2 Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Мультиметр (6) 34410А переводят:

- для исполнений AP2200-X-V.X.X в режим измерений напряжения переменного тока и включают фильтр медленного действия (частотный диапазон от 3 Гц до 300 кГц);

- для исполнений AP2200-X-C.X.X в режим измерений переменного тока и включают фильтр медленного действия (частотный диапазон от 3 Гц до 300 кГц);

- для исполнений AP2200-X-B.X.X в режим измерений постоянного тока.



7.4.3 На частоте 40 Гц задают на вибростенде (1) поверочной виброустановки первое рекомендуемое значение СКЗ ускорения  $A_{pекі}$ , м/с<sup>2</sup>, соответствующее первому рекомендуемому значению размаха виброперемещения  $L_{p.пекі}$ , мкм, из таблицы 5.

**П р и м е ч а н и е** - Допускается проводить измерения при других значениях размаха виброперемещения и других частотах в диапазоне от 20 до 200 Гц исходя из возможностей применяемой поверочной виброустановки.

7.4.4 В таблицу 5 заносят заданное СКЗ виброускорения  $A_{заді}$ , м/с<sup>2</sup>, и СКЗ напряжения выходного сигнала поверяемого ПВТ  $U_{скзі}$ , мВ ( $I_{скзі}$ , мА – для исполнений AP2200-X-C.X.X, AP2200-X-B.X.X), измеренные с помощью мультиметра (6).

7.4.5 Повторяют операции по 7.4.3, 7.4.4 для всех рекомендуемых значений размаха виброперемещения, приведенных в таблице 5.

**Т а б л и ц а 5** – Определение основной приведенной погрешности при измерении размаха виброперемещения

Параметр	ПВТ исполнений AP2200-X-V.X.X				
$L_{p.пекі}$ , мкм	$0,2 \cdot L_{p.макс}$	$0,35 \cdot L_{p.макс}$	$0,5 \cdot L_{p.макс}$	$0,65 \cdot L_{p.макс}$	$0,8 \cdot L_{p.макс}$
$A_{пекі}$ , м/с <sup>2</sup>					
$A_{заді}$ , м/с <sup>2</sup>					
$L_{p.заді}$ , мкм					
$U_{скзі}$ , мВ					
$K_{\partial V}$ , мВ/мкм					
$L_{p.измі}$ , мкм					
$\delta_{Li}$ , %					
Параметр	ПВТ исполнений AP2200-X-C.X.X, AP2200-X-B.X.X				
$L_{пекі}$ , мкм	$0,2 \cdot L_{p.макс}$	$0,35 \cdot L_{p.макс}$	$0,5 \cdot L_{p.макс}$	$0,65 \cdot L_{p.макс}$	$0,8 \cdot L_{p.макс}$
$A_{пекі}$ , м/с <sup>2</sup>					
$A_{заді}$ , м/с <sup>2</sup>					
$L_{заді}$ , мкм					
$I_{измі}$ , мА					
$K_{\partial I}$ , мА/мкм					
$L_{измі}$ , мкм					
$\delta_{Li}$ , %					

7.4.6 Рекомендуемое значение СКЗ виброускорения  $A_{пекі}$ , м/с<sup>2</sup>, рассчитывают по формуле

$$A_{пекі} = \sqrt{2} \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{p.пекі} \cdot 10^{-6} = 13,957 \cdot f^2 \cdot L_{p.пекі} \cdot 10^{-6} \quad (6)$$

где  $f$  – частота воспроизводимых колебаний вибростенда, Гц;

$L_{p.пекі}$  –  $i$ -е рекомендуемое значение размаха виброперемещения, мкм;

$\pi$  – 3,1415.

7.4.7 Заданное значение размаха виброперемещения  $L_{p.зад\ i}$ , мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{p.зад\ i} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot A_{изм\ i} \cdot 10^6}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2} = \frac{A_{зад\ i} \cdot 10^6}{13,957 \cdot f^2}, \quad (7)$$

где  $A_{зад\ i}$  –  $i$ -е заданное СКЗ ускорения на вибростенде, м/с<sup>2</sup>;  
 $f$  – частота воспроизводимых колебаний вибростенда, Гц;  
 $\pi$  – 3,1415.

7.4.8 Номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений AP2200-X-V.X.X при измерении размаха виброперемещения  $K_{oV}$ , мВ/мкм, рассчитывают по формуле

$$K_{oV} = \frac{8000}{L_{макс}}, \quad (8)$$

где  $L_{макс}$  – верхняя граница диапазона измерений размаха виброперемещений, мкм.

7.4.9 Номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений AP2200-X-C.X.X, AP2200-X-BX.X.X при измерении размаха виброперемещения  $K_{oI}$ , мА/мкм, рассчитывают по формуле

$$K_{oI} = \frac{16}{L_{макс}}, \quad (9)$$

где  $L_{макс}$  – верхняя граница диапазона измерений размаха виброперемещений, мкм.

7.4.10 Измеренный ПВТ исполнений AP2200-X-V.X.X размах виброперемещения  $L_{p.изм\ i}$ , мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{p.изм\ i} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{изм\ i}}{K_{oV}}, \quad (10)$$

где  $U_{изм\ i}$  –  $i$ -е измеренное СКЗ выходного напряжения ПВТ, мВ;  
 $K_{oV}$  – номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ при измерении размаха виброперемещения, рассчитанное по формуле (8), мВ/мкм.

7.4.11 Измеренный ПВТ исполнений AP2200-X-C.X.X размах виброперемещения  $L_{p.изм\ i}$ , мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{p.изм\ i} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{изм\ i}}{K_{oI}}, \quad (11)$$

где  $I_{изм\ i}$  –  $i$ -е измеренное СКЗ выходного тока ПВТ, мА;  
 $K_{oI}$  – номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (9), мА/мкм.

7.4.12 Измеренный ПВТ исполнений AP2200-X-BX.X.X размах виброперемещения  $L_{p.изм\ i}$ , мкм, рассчитывают по формуле



$$L_{p.измi} = \frac{I_{измi} - I_{мин}}{K_{\partial I}}, \quad (12)$$

где  $I_{измi}$  –  $i$ -й измеренный выходной ток ПВТ, мА;

$I_{мин}$  – минимальный выходной ток ПВТ при измерении размаха виброперемещения, 4 мА;

$K_{\partial I}$  – номинальное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (9), мА/мкм.

7.4.13 Основную приведенную к верхней границе диапазона погрешность измерений расстояния  $\delta_{Li}$ , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{Li} = \frac{L_{измi} - L_{задi}}{L_{макс}} \cdot 100, \quad (13)$$

где  $L_{p.измi}$  –  $i$ -й измеренный размах виброперемещения из таблицы 5, мкм;

$L_{p.задi}$  –  $i$ -й, заданный размах виброперемещения из таблицы 5, мкм.

$L_{макс}$  – верхняя граница диапазона измерений размаха виброперемещения, мкм.

7.4.14 При проведении периодической поверки коэффициент преобразования ПВТ вычисленный по формулам (8), (9) и относящийся к режиму измерений размаха виброперемещения, допускается принимать одним и тем же для измерений медленно меняющихся (квазистатических) перемещений и статических положений (зазоров). В этом случае допускается измерения по 7.3 не проводить.

И наоборот, коэффициент преобразования ПВТ вычисленный по формулам (1), (2) и относящийся к режиму измерений расстояний, допускается принимать одним и тем же при измерениях размаха виброперемещения и, соответственно, измерения по 7.4 не проводить (кроме исполнений AP2200-X-B.X.X).

7.4.15 ПВТ считают прошедшим проверку, если основная приведенная к верхней границе диапазона погрешность измерений размаха виброперемещений находится в пределах  $\pm 4$  % и значения коэффициентов преобразования соответствуют таблице 4.

7.5 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики

7.5.1 Выполняют операции по 7.4.1 и 7.4.2.

7.5.2 На частоте 40 Гц задают на вибростенде (1) поверочной виброустановки первое рекомендуемое значение СКЗ ускорения  $A_{рекi}$ , м/с<sup>2</sup>, соответствующее первому рекомендуемому значению размаха виброперемещения  $L_{p.рекi}$ , мкм, из таблицы 6.

7.5.3 В таблицу 6 заносят заданное СКЗ виброускорения  $A_{задi}$ , м/с<sup>2</sup>, и СКЗ напряжения выходного сигнала поверяемого ПВТ  $U_{измi}$ , мВ, измеренное с помощью мультиметра (6) ( $I_{скзi}$ , мА – для исполнений AP2200-X-C.X.X, AP2200-X-B.X.X).

7.5.4 Повторяют операции по 7.5.2, 7.5.3 для всех частот, приведенных в таблице 6.

#### Примечания

1 Допускается проводить измерения при других значениях частот и уровнях размаха виброперемещения, исходя из возможностей применяемой поверочной виброустановки.

2 Допускается неравномерность частотной характеристики определять с помощью установок имитационных параметров виброперемещения, например, ИТ26.

3 На частотах ниже 3 Гц измерения проводят с помощью преобразователя напряжения измерительного АР6300 (рег. № 71631-18) или аналогичных средств измерений.

4 По заявке заказчика поверка проводится на частотах оговоренных в заявке на поверку в границах рабочего диапазона частот.

7.5.5 Рассчитывают заданные значения размаха виброперемещения  $L_{p,зад.i}$ , мкм, по формуле (7) и коэффициенты преобразования при измерении размаха виброперемещения  $K_{di}$ , по формулам (8), (9) или (10) в зависимости от исполнения ПВТ.

Т а б л и ц а 6 – Определение неравномерности частотной характеристики ПВТ

$f$ , Гц	2	5	10	20	40	80	160	315	500	1000
$L_{p,рек.i}$ , мкм	1800	1000	1000	1000	1000	1000	500	200	100	20
$A_{рек.i}$ , м/с <sup>2</sup>	0,1005	0,3489	1,396	5,583	22,33	89,33	178,7	277,0	348,9	279,2
$A_{зад.i}$ , м/с <sup>2</sup>										
$L_{p,зад.i}$ , мкм										
$U_{изм.i}$ , мВ										
$\delta_{АЧХi}$ , %										

4.2.4.6 Рассчитывают неравномерность частотной характеристики  $\delta_{АЧХi}$ , %, по формуле

$$\delta_{АЧХi} = \left( \frac{U_{изм.i}}{L_{p,зад.i}} \cdot \frac{L_{p,зад.40\text{Гц}}}{U_{изм.40\text{Гц}}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (14)$$

где  $U_{изм.i}$  - выходное напряжение ПВТ на  $i$ -ой частоте из таблицы 6, мВ ( $I_{изм.i}$ , мА – выходной ток ПВТ на  $i$ -ой частоте для исполнений АР2200-Х-С.Х.Х);

$U_{изм.40\text{Гц}}$  - выходное напряжение ПВТ на частоте 40 Гц из таблицы 6, мВ ( $I_{изм.i}$ , мА – выходной ток ПВТ на частоте 40 Гц для исполнений АР2200-Х-С.Х.Х);

$L_{p,зад.40\text{Гц}}$  - заданный размах виброперемещения на частоте 40 Гц из таблицы 6, мкм;

$L_{p,зад.i}$  - заданный размах виброперемещения на  $i$ -ой частоте из таблицы 6, мкм.

4.2.4.7 Для исполнений АР2200-Х-В.Х.Х неравномерность частотной характеристики  $\delta_{АЧХi}$ , %, рассчитывают по формуле



$$\delta_{АЧХi} = \left( \frac{I_{изм.i} - 4}{L_{р.зад.i}} \cdot \frac{L_{р.зад.40Гц}}{I_{изм.40Гц} - 4} - 1 \right) \cdot 100, \quad (15)$$

где  $I_{изм.i}$  - выходной ток ПВТ на  $i$ -ой частоте из таблицы 6, мА;  
 $I_{изм.40Гц}$  - выходной ток ПВТ на частоте 40 Гц из таблицы 6, мА;  
 $L_{р.зад.40Гц}$  - заданный размах виброперемещения на частоте 40 Гц из таблицы 6, мкм;  
 $L_{р.зад.i}$  - заданный размах виброперемещения на  $i$ -ой частоте из таблицы 6, мкм.

4.2.4.7 ПВТ считают выдержавшим испытания, если неравномерность частотной характеристики находится в пределах  $\pm 10\%$ .

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ПВТ по форме, установленной в действующих нормативных документах. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

8.2 ПВТ, не прошедший поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, установленной в действующих нормативных документах.

## Приложение А (справочное)

### Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 8.568-97	ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
ГОСТ 6507-90	Микрометры. Технические условия
	Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке. Введен приказом Минпромторга России от 02 июля 2015г. № 1815.
	Правила устройства электроустановок (утверждены приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204)
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
ПОТЭУ	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н)

## Приложение Б (справочное)

### Перечень принятых сокращений

МП – методика поверки;  
 ПВТ – преобразователь вихретоковый;  
 ПП – первичный преобразователь;  
 СКЗ – среднее квадратическое значение;  
 СИ – средство(а) измерений;  
 СУП – согласующее устройство перемещения;  
 ЭД – эксплуатационная документация.



## Приложение В (справочное) Структура обозначений ПП, СУП и ПВТ

Структура обозначений ПП (где X – любое количество символов):

AE	X.	X.	X.	X.	X
					длина встроенного кабеля (отсутствует в исполнении ПП с разъемом), м
					геометрические размеры суммы резьбовой и нерезьбовой части ПП, мм
					геометрические размеры резьбовой части ПП, мм
					геометрические размеры дорезьбовой части ПП, мм
					диаметр катушки ПП, мм, и конструктивное исполнение ПП

Структура обозначений СУП (где X – любое количество символов):

D220-	X.	X.	X.	X
				длина кабеля ПП, м
				диаметр катушки ПП, мм, и конструктивное исполнение ПП
				максимальный размах измеряемого виброперемещения, мкм (для варианта В)
				вид выходного сигнала СУП

Структура обозначений ПВТ (где X – любое количество символов):

AP2200-	X-	X.	X.	X.
				общая длина кабеля, м
				диаметр катушки ПП, мм, и конструктивное исполнение ПП
				вид выходного сигнала СУП
				количество каналов

[illegible]