

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 № 30046-11 от 04.05.2011

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

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ,
главный метролог
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



В.Н. Щеглов
«29» 12 2014

МП

Преобразователи вихревоковые АР2100

Методика поверки

A3009.369.МП-14

н.р.60502-15

Начальник лаборатории ГЦИ СИ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

А.А. Громов
«29» 12 2014

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 поверке.....	5
7	Проведение поверки.....	6
8	Оформление результатов поверки	15
	Приложение А (справочное) Структура обозначений ПВТ, ПП и СУП	16
	Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП	17
	Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений	17

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи вихретоковые АР2100.

Преобразователь вихретоковый АР2100 (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, изменяющим ее комплексное сопротивление.

В зависимости от диапазонов измерений и конструктивных особенностей ПВТ выпускаются в нескольких модификациях. В качестве первичного преобразователя (далее по тексту – ПП) применяются вихретоковые датчики АЕХХХ.ХХ.ХХ, отличающиеся диаметром катушки, типом выходного соединителя, геометрическими размерами и защитой кабеля (наличие или отсутствие металлорукава). В качестве согласующего устройства перемещения (далее по тексту СУП) применяются D210Х-Х.ХХ.ХХ, отличающиеся типом выходного соединителя и видом выходного сигнала: выход по напряжению в частотном диапазоне от 0 до 2000 Гц; выход по току в частотном диапазоне от 0 до 2000 Гц; выход по постоянному току, пропорциональному измеряемому размаху виброперемещения.

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

Питание ПВТ осуществляется от внешнего источника питания напряжением плюс $(12,0 \pm 0,5)$ 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 ПР 50.2.006.

Межповерочный интервал – 1 год.

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

Перечень принятых сокращений приведен 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. При проведении периодической поверки допускается сокращать проверяемые режимы (диапазоны) работы ПВТ в соответствии с потребностями потребителя, при этом в свидетельстве о поверке должна быть сделана запись об ограничении использования режимов (диапазонов) измерений.

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 по ПР 50.2.006 и иметь действующие свидетельства о поверке. Оборудование, необходимое для проведения испытаний, должно быть аттестовано согласно ГОСТ Р 8.568.

3 Требования к квалификации поверителей

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

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомен- дуемый 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 ГОСТ 577	3	7.3
Набор концевых мер длины	Зазор от 1 до 5 мм	кл.2	Набор №1 ГОСТ 9038	1	7.3, 7.4
Мультиметр	напряжение постоянного/переменного тока от 1 мВ до 20 В; диапазон частот от 3 Гц до 2 кГц	±0,2 %	34401А	1	7.2, 7.3, 7.4, 7.5
Поверочная виброустановка	Частотный диапазон от 2 до 2000 Гц	±2 %	AP8000	1	7.4, 7.5
Стенд испытательный	от 0 до 25 мм	±20 мкм	AP1759	1	7.3
Блок питания	12 В, не менее 100 мА	±0,2 В	AS05	1	все

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства установок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и правилам по охране труда ПОТ РМ-016.

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

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 198 до 244 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.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре необходимо проверить:

- целостность корпуса СУП, ПП и удлинительного кабеля;
- состояние поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров);
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов;
- надежность крепления всех составных частей ПВТ.

7.2 Опробование

7.2.1 Собирают схему измерений, в зависимости от исполнения ПВТ, в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора подсоединяют мультиметр 34401А. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

П р и м е ч а н и е – В качестве блока питания допускается использовать любой стабилизированный источник питания постоянного тока с установленным выходным положительным напряжением $(12,0 \pm 0,5)$ 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 При измерении расстояния, для исполнений AP2100X-V-XX.XX.X, изменение выходного напряжения постоянного тока ПВТ, контролируемое по мультиметру, должно быть более 2 В. Для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X, изменение выходного тока ПВТ должно быть более 10 мА. Для исполнений AP2100X-B-XX.XX.X, импульсное изменение выходного тока ПВТ должно быть более 3 мА.

7.2.4 ПВТ считают выдержавшим испытание, 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, с учетом исполнения ПВТ (подсоединение регистратора и блока питания). В качестве регистратора подсоединяют мультиметр 34401А.

7.3.2 Устанавливают ПП поверяемого ПВТ на стенд задания перемещения AP1759. 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 34401А переводят в режим измерений напряжения постоянного тока для исполнений AP2100X-V-XX.XX.X, или в режим измерений силы постоянного тока для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X.

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

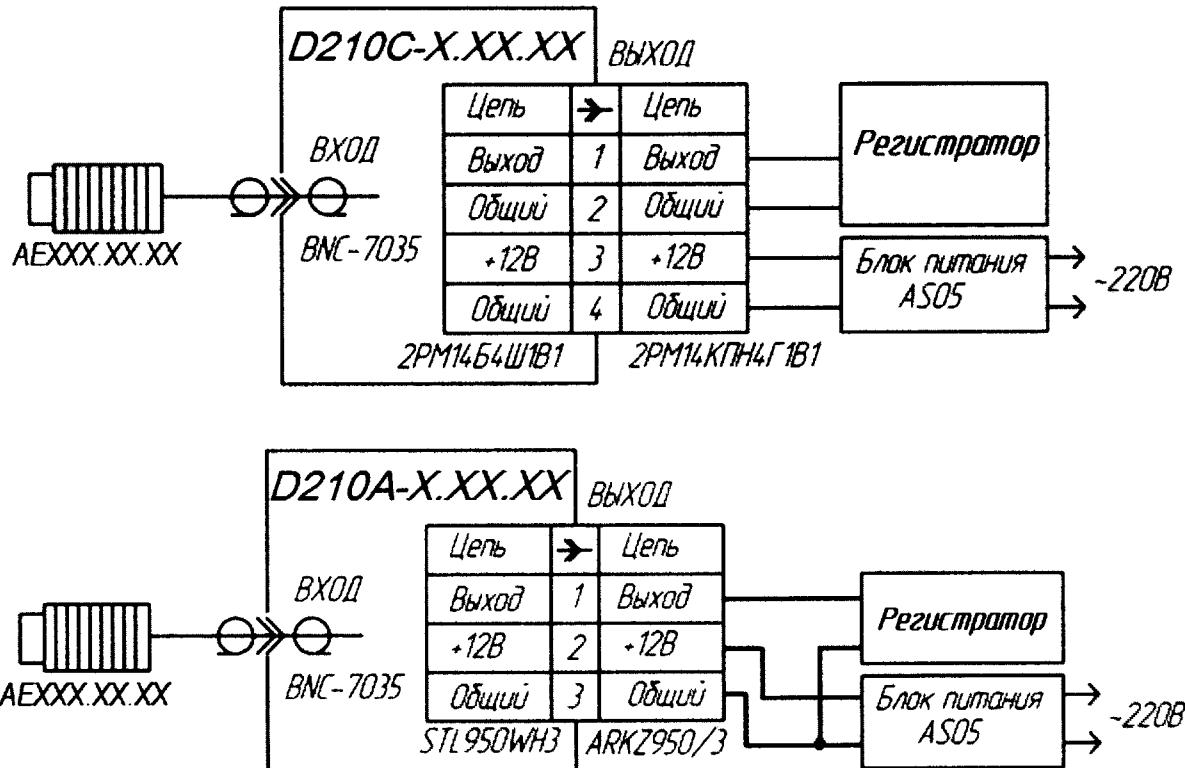
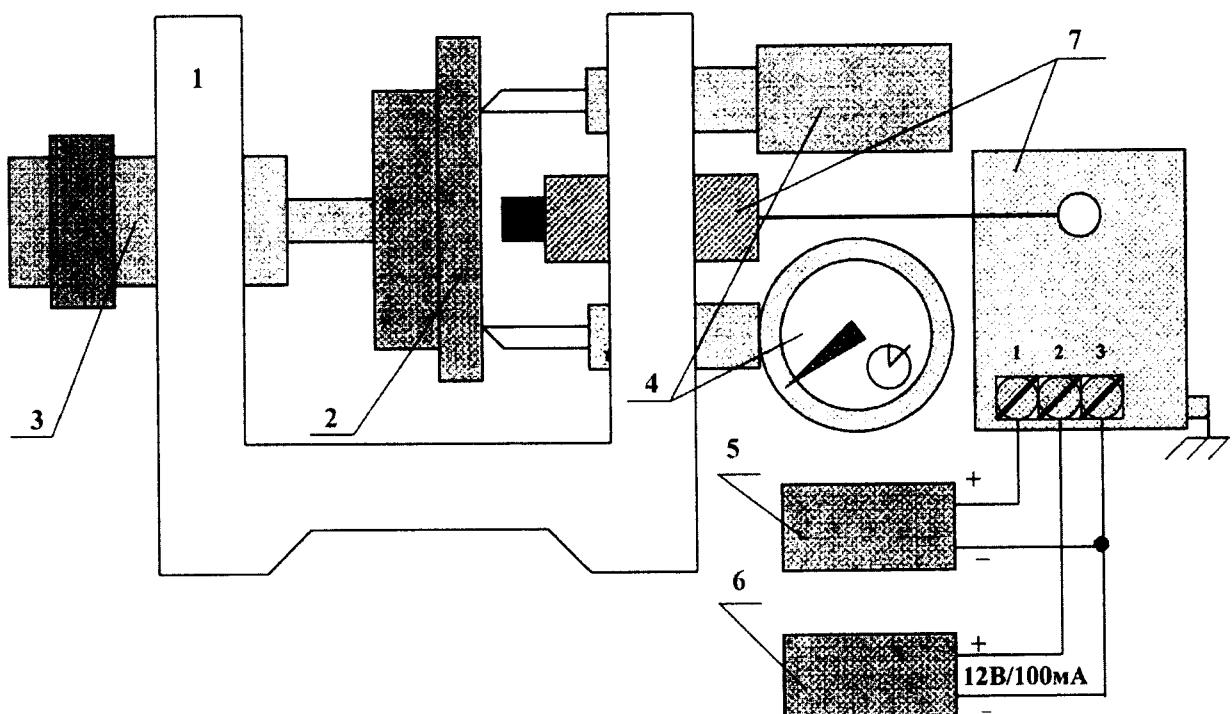


Рисунок 1 – Схемы включения ПВТ



- 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 34401А);
- 6 – блок питания (AS05 или источник питания, например, PSS-2005, Б5-71 и т.д.);
- 7 – поверяемый ПВТ (показано исполнение АР2100А-Х-XX.XX.X)

Рисунок 2 – Схема проверки диапазона, коэффициента преобразования, и основной приведенной погрешности ПВТ при измерении расстояния

7.3.5 Вращением микрометрического винта (3), устанавливают первое рекомендуемое значение расстояния $L_{реки}$, 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 четырех эталонных средств измерений: по микрометру МГ25-1 и по трем индикаторам часового типа ИЧ10 кл.1, установленным по внешнему диаметру образца. В таблицу 3 записывают среднеарифметический результат установленного значения $L_{зади}$, мкм, и показания мультиметра $U_{измi}$, В ($I_{измi}$, мА – для исполнений АР2100Х-С-XX.XX.X).

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

7.3.7 Действительное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений АР2100Х-В-XX.XX.X при измерении расстояния $K_{\partial V}$, мВ/мкм, рассчитывают по формуле

$$K_{\partial V} = \frac{U_{изм}}{L_h}, \quad (1)$$

где $U_{изм}$ – измеренное выходное напряжение ПВТ при расстоянии L_h , мВ;
 L_h – заданное расстояние, соответствующее начальному зазору, мкм.

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

<i>Параметр</i>	Диаметр катушки ПП 5 мм							
	$L_{реки}$, мкм	100	600	$L_h=1100$	1600	2100		
$L_{зади}$, мкм								
$U_{измi}$, мВ								
$K_{\partial V}$, мВ/мкм								
$L_{измi}$, мкм								
δ_{Li} , %								
<i>Параметр</i>	Диаметр катушки ПП 8 мм							
	$L_{реки}$, мкм	200	700	1200	$L_h=1700$	2200	2700	3200
$L_{зади}$, мкм								
$U_{измi}$, мВ								
$K_{\partial V}$, мВ/мкм								
$L_{измi}$, мкм								
δ_{Li} , %								
<i>Параметр</i>	Диаметр катушки ПП 19 мм							
	$L_{реки}$, мкм	1000	2000	3000	$L_h=4500$	5500	6500	8000
$L_{зади}$, мкм								
$U_{измi}$, мВ								
$K_{\partial V}$, мВ/мкм								
$L_{измi}$, мкм								
δ_{Li} , %								

7.3.8 Действительное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений AP2100X-C-XX.XX.X при измерении расстояния $K_{\partial l}$, мА/мм, рассчитывают по формуле

$$K_{\partial l} = \frac{I_{uzm} - I_n}{L_n}, \quad (2)$$

где I_{uzm} – измеренный выходной ток ПВТ при расстоянии L_n , мА;
 I_n – начальный ток смещения ПВТ, 4 мА;
 L_n – заданное расстояние, соответствующее начальному зазору, мм.

7.3.9 Измеренное ПВТ исполнений AP2100X-V-XX.XX.X расстояние L_{uzmi} , мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{uzmi} = \frac{U_{uzmi}}{K_{\partial V}}, \quad (3)$$

где U_{uzmi} – i -е измеренное выходное напряжение ПВТ, мВ;
 $K_{\partial V}$ – действительное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (1), мВ/мкм.

7.3.10 Измеренное ПВТ исполнений AP2100X-C-XX.XX.X расстояние L_{uzmi} , мм, рассчитывают по формуле

$$L_{uzmi} = \frac{I_{uzmi} - I_n}{K_{\partial l}}, \quad (4)$$

где I_{uzmi} – i -й измеренный выходной ток ПВТ, мА;
 I_n – начальный ток смещения ПВТ, 4 мА;
 $K_{\partial l}$ – действительное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (2), мА/мм.

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

$$\delta_{Li} = \frac{L_{uzmi} - L_{зади}}{L_B} \cdot 100, \quad (5)$$

где L_{uzmi} – i -ое измеренное расстояние из таблицы 3, мкм;
 $L_{зади}$ – i -ое, заданное расстояние из таблицы 3, мкм.
 L_B – наибольшее значение задаваемого расстояния из таблицы 3 (верхняя граница диапазона измерений), мкм.

7.3.12 ПВТ считают выдержавшим испытания, если основная приведенная к верхней границе диапазона погрешность при измерении расстояния находится в пределах ± 4 % и значения коэффициентов преобразования соответствуют таблице 4.

П р и м е ч а н и е – ПВТ исполнений AP2100X-B-05.XX.X поверке по 7.3 не подвергается.

Т а б л и ц а 4 – Номинальное значение коэффициентов преобразования

Исполнение ПВТ	Действительное значение K_d	Допустимое отклонение	L_h , мм
AP2100X-V-05.XX.X (\varnothing катушки 5 мм)	2,5 мВ/мкм	$\pm 2\%$	1,1±0,1
AP2100X-V-08.XX.X (\varnothing катушки 8 мм)	1,7 мВ/мкм	$\pm 2\%$	1,7±0,1
AP2100X-V-19.XX.X (\varnothing катушки 19 мм)	0,7 мВ/мкм	$\pm 2\%$	4,5±0,1
AP2100X-C-05.XX.X (\varnothing катушки 5 мм)	8,0 мА/мм	$\pm 2\%$	1,1±0,1
AP2100X-C-08.XX.X (\varnothing катушки 8 мм)	5,3 мА/мм	$\pm 2\%$	1,7±0,1
AP2100X-C-19.XX.X (\varnothing катушки 19 мм)	2,3 мА/мм	$\pm 2\%$	4,5±0,1
AP2100X-B-05.XX.X (\varnothing катушки 5 мм)	8,0 мА/мм	$\pm 2\%$	1,1±0,1
AP2100X-B-08.XX.X (\varnothing катушки 8 мм)	5,3 мА/мм	$\pm 2\%$	1,7±0,1
AP2100X-B-19.XX.X (\varnothing катушки 19 мм)	2,3 мА/мм	$\pm 2\%$	4,5±0,1

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, с учетом исполнения ПВТ (подсоединение регистратора и блока питания). ПП поверяемого ПВТ устанавливают с помощью кронштейна (8) над рабочей поверхностью образца (7), выставив начальный зазор L_h , мкм, между торцом датчика и стальным образцом с помощью концевых мер из набора № 1 (значение начального зазора, в зависимости от диаметра катушки датчика, приведено в таблице 4). В качестве регистратора (9) подсоединяют мультиметр 34401А.

7.4.2 Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Мультиметр (6) 34401А переводят в режим измерений напряжения переменного тока и включают фильтр медленного действия (частотный диапазон от 3 Гц до 300 кГц). Мультиметр (9) 34401А переводят:

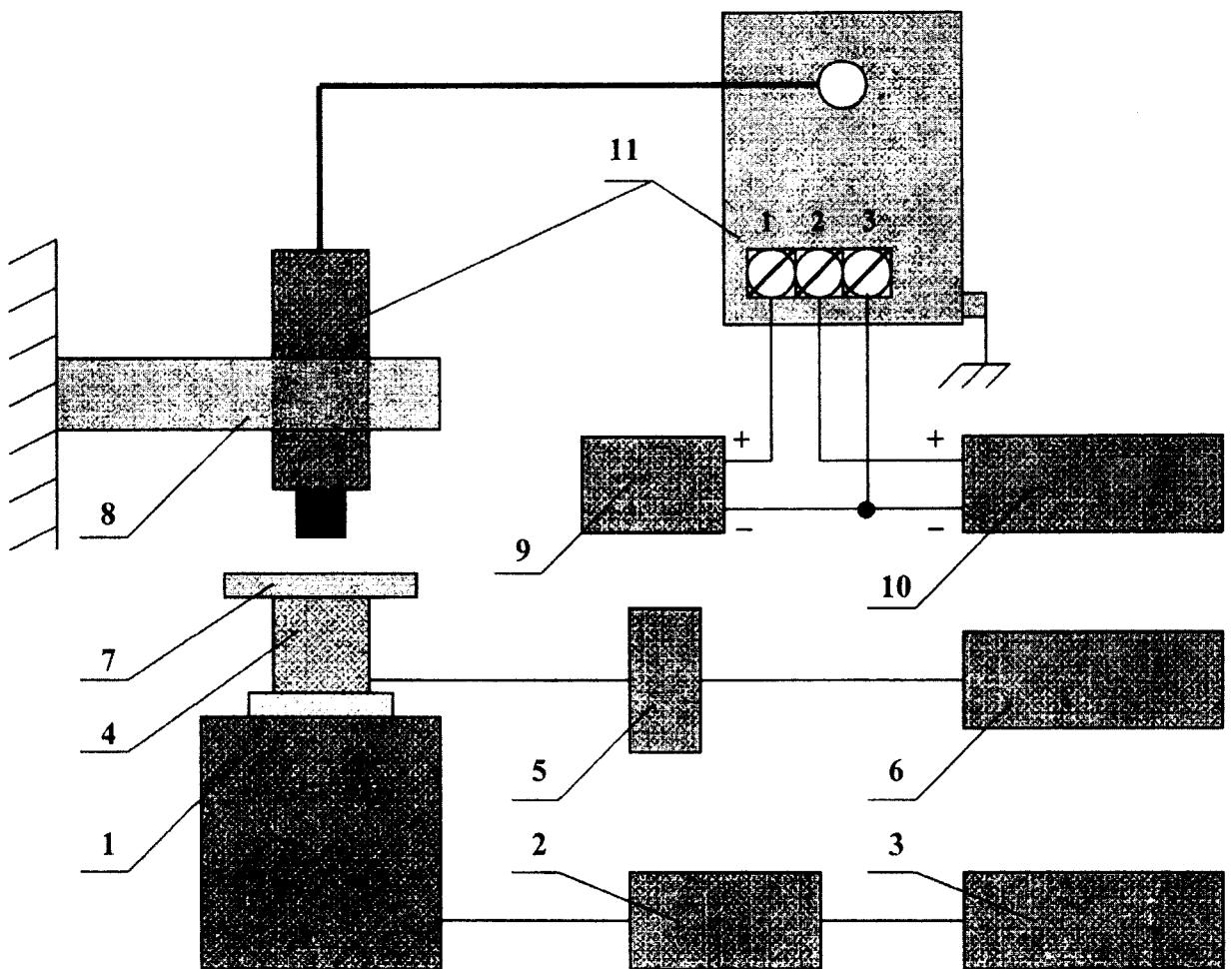
- для исполнений AP2100X-V-XX.XX.X в режим измерений напряжения переменного тока и включают фильтр медленного действия (частотный диапазон от 3 Гц до 300 кГц);

- для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X в режим измерений переменного тока и включают фильтр медленного действия (частотный диапазон от 3 Гц до 300 кГц);

- для исполнений AP2100X-B-XX.XX.X в режим измерений постоянного тока.

7.4.3 На частоте 40 Гц задают на вибrostенде (1) поверочной виброустановки первое рекомендуемое значение СКЗ ускорения A_{rek_i} , м/с², соответствующее первому рекомендуемому значению размаха виброперемещения $L_{p,reki}$, 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.



- 1* – вибростенд, например 4808;
 2* – усилитель мощности, например 2719;
 3* – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110;
 4* – вибропреобразователь эталонный пьезоэлектрический AP10;
 5* – усилитель измерительный AP5110;
 6*, 9 – регистратор (например, мультиметр 34401A);
 7 – образец (марка стали образца указана в паспорте на поверяемый ПВТ);
 8 – кронштейн для крепления ПВТ;
 10 – блок питания (AS05 или источник питания, например, PSS-2005, Б5-71 и т.д.);
 11 – поверяемый ПВТ (показано исполнение AP2100A-V-XX.XX.X)
 * - входят в состав поверочной виброустановки

Рисунок 3 – Схема проверки диапазона, коэффициента преобразования, и основной приведенной погрешности ПВТ при измерении размаха виброперемещения

7.4.4 В таблицу 5 заносят заданное СКЗ виброускорения $A_{задi}$, м/с^2 , контролируемое по мультиметру (6) и СКЗ напряжения выходного сигнала поверяемого ПВТ $U_{скзi}$ мВ ($I_{скзi}$, мА – для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X, AP2100X-B-XX.XX.X), измеренные с помощью мультиметра (9).

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 ПВТ при измерении размаха виброперемещения

Параметр	Диаметр катушки ПП 5 мм						L_h , мм
$L_{p,peki}$, мкм	20	200	500	$L_{ph}=1100$	1500	2000	$1,1 \pm 0,1$
A_{peki} , м/с ²	0,447	4,466	11,17	24,57	33,50	44,66	
$A_{зади}$, м/с ²							
$L_{p,зади}$, мкм							
U_{ckzi} , мВ							
$K_{\partial V}$, мВ/мкм							
Параметр	Диаметр катушки ПП 8 мм						L_h , мм
$L_{p,peki}$, мкм	40	500	1000	$L_{ph}=1700$	2000	3000	$1,7 \pm 0,1$
A_{peki} , м/с ²	0,893	11,17	22,33	37,97	44,66	67,00	
$A_{зади}$, м/с ²							
$L_{p,зади}$, мкм							
U_{ckzi} , мВ							
$K_{\partial V}$, мВ/мкм							
Параметр	Диаметр катушки ПП 19 мм						L_h , мм
$L_{p,peki}$, мкм	100	1000	2000	$L_{ph}=4500$	5500	7000	$4,5 \pm 0,1$
A_{peki} , м/с ²	2,233	22,33	44,66	100,5	122,8	156,3	
$A_{зади}$, м/с ²							
$L_{p,зади}$, мкм							
U_{ckzi} , мВ							
$K_{\partial V}$, мВ/мкм							
$L_{p,изм}$, мкм							
δ_{Li} , %							

7.4.6 Заданное значение размаха виброперемещения $L_{p,зади}$, мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{p,зади} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot A_{u3ui} \cdot 10^6}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2} = \frac{A_{u3ui} \cdot 10^6}{13,39 \cdot f^2}, \quad (6)$$

где $A_{зади}$ – i -е заданное СКЗ ускорения на вибrostенде, м/с²;

f – частота воспроизводимых колебаний вибrostенда, Гц;

$\pi = 3,1415$.

7.4.7 Действительное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений AP2100X-V-XX.XX.X при измерении размаха виброперемещения $K_{\partial V}$, мВ/мкм, рассчитывают по формуле

$$K_{\partial V} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{ckzi}}{L_{ph}}, \quad (7)$$

где U_{ckzi} – измеренное СКЗ выходного напряжение ПВТ, мВ;

L_{ph} – заданный размах виброперемещения, соответствующий величине начального зазора L_h , мкм.

7.4.8 Действительное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений AP2100X-C-XX.XX.X при измерении размаха виброперемещения $K_{\delta l}$, мА/мм, рассчитывают по формуле

$$K_{\delta l} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{ckzi}}{L_{ph}}, \quad (8)$$

где I_{ckzi} – измеренный выходной ток ПВТ при расстоянии L_h , мА;

L_{ph} – заданный размах виброперемещения, соответствующий величине начального зазора L_h , мм.

7.4.9 Действительное значение коэффициента преобразования ПВТ исполнений AP2100X-B-XX.XX.X при измерении размаха виброперемещения $K_{\delta l}$, мА/мм, рассчитывают по формуле

$$K_{\delta l} = \frac{I_{uzmi} - I_h}{L_{ph}}, \quad (9)$$

где I_{uzmi} – измеренный выходной ток ПВТ при расстоянии L_h , мА;

I_h – начальный ток смещения ПВТ, 4 мА;

L_{ph} – заданный размах виброперемещения, соответствующий величине начального зазора L_h , мм.

7.4.10 Измеренный ПВТ исполнений AP2100X-V-XX.XX.X размах виброперемещения $L_{p.uzmi}$, мкм, рассчитывают по формуле

$$L_{p.uzmi} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{uzmi}}{K_{\delta V}}, \quad (10)$$

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

$K_{\delta V}$ – действительное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (7), мВ/мкм.

7.4.11 Измеренный ПВТ исполнений AP2100X-C-XX.XX.X размах виброперемещения $L_{p.uzmi}$, мм, рассчитывают по формуле

$$L_{p.uzmi} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{uzmi}}{K_{\delta l}}, \quad (11)$$

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

$K_{\delta l}$ – действительное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (8), мА/мм.

7.4.12 Измеренный ПВТ исполнений AP2100X-B-XX.XX.X размах виброперемещения $L_{p.uzmi}$, мм, рассчитывают по формуле

$$L_{p.uzmi} = \frac{I_{uzmi} - I_h}{K_{\delta l}}, \quad (12)$$

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

I_h – начальный ток смещения ПВТ, 4 мА;

$K_{\delta l}$ – действительное значение коэффициента преобразования ПВТ, рассчитанное по формуле (9), мА/мм.

7.4.13 Основную приведенную к верхней границе диапазона погрешность измерений размаха виброперемещения δ_{L_i} , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{L_i} = \frac{L_{uزمi} - L_{задi}}{L_B} \cdot 100, \quad (13)$$

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

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

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

7.4.14 При проведении периодической поверки коэффициент преобразования ПВТ вычисленный по формулам (7), (8) 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 AP2100X-B-XX.XX.X).

7.4.15 ПВТ считают выдержавшим испытания, если основная приведенная к верхней границе диапазона погрешность при измерении размаха виброперемещения находится в пределах ± 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^2 , 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^2 , контролируемое по мультиметру (6) и СКЗ напряжения выходного сигнала поверяемого ПВТ U_{ckzi} , мВ, измеренное с помощью мультиметра (9) (I_{ckzi} , мА – для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X, AP2100X-B-XX.XX.X).

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

П р и м е ч а н и е - Допускается проводить измерения при других уровнях размаха виброперемещения, исходя из возможностей применяемой поверочной виброустановки.

7.5.5 Рассчитывают заданные значения размаха виброперемещения $L_{p,задi}$, мкм, по формуле (6) и коэффициенты преобразования при измерении размаха виброперемещения K_{di} , по формулам (7), (8) или (9) в зависимости от исполнения ПТВ.

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
$L_{p,реки}$, мкм	2000	1000	1000	500	500	200	50	50	50	20
$A_{реки}$, м/с ²	0,1117	0,3489	1,396	2,792	11,17	17,87	17,87	69,25	174,5	279,2
$A_{зади}$, м/с ²										
$L_{p,зади}$, мкм										
$U_{изм}$, мВ										
$K_{\partial i}$, мВ/мкм										
$\Delta_{A\chi_i}$, %										

7.5.6 Рассчитывают неравномерность частотной характеристики Δ_{χ_i} , %, по формуле

$$\Delta_{\chi_i} = \frac{K_{\partial i} - K_{\partial 40}}{K_{\partial 40}} \cdot 100, \quad (14)$$

где $K_{\partial i}$ – i -й коэффициент преобразования ПВТ из таблицы 6: для исполнений AP2100X-V-XX.XX.X, мВ/мкм; для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X и AP2100X-C-XX.XX.X, мА/мм;

$K_{\partial 40}$ – коэффициент преобразования ПВТ на частоте 40 Гц: для исполнений AP2100X-V-XX.XX.X, мВ/мкм; для исполнений AP2100X-C-XX.XX.X и AP2100X-C-XX.XX.X, мА/мм.

7.5.7 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 ПТВ по форме, установленной ПР 50.2.006.

8.2 ПТВ, не прошедший поверку, к применению не допускают, на него выдают извещение о непригодности по форме, установленной ПР 50.2.006.

Приложение А
(справочное)
Структура обозначений ПВТ, ПП и СУП

Структура обозначения ПВТ:

AP2100	X-	X-	XX.	X
вывод ПП:				
0 – кабельный вывод; 1 – кабельный вывод с металлоруковом; 2 – соединитель SMA, удлинительный кабель без металлорукова; 3 – соединитель SMA, удлинительный кабель с металлоруковом				
диаметр катушки ПП: 05 – 5 мм; 08 – 8 мм; 19 – 19 мм				
выходной сигнал:				
С – токовый 4 ÷ 20 мА, диапазон частот от 0 до 2000 Гц; В – постоянный ток 4 ÷ 20 мА; V – напряжение, диапазон частот от 0 до 2000 Гц				
выходной соединитель СУП: А – клеммник винтовой; С – 2РМ14Б4Ш1В1				

Структура обозначений ПП:

AE	XX	X.	XX.	XX
геометрические размеры резьбовой части ПП, мм				
геометрические размеры нерезьбовой части ПП, мм				
индекс наличия разъемного соединения и механической защиты кабеля ПП				
диаметр катушки ПП, мм				

Структура обозначений СУП:

D210	X-	X.	XX.	XX
длина кабеля ПП, м				
диаметр катушки ПП, мм				
вид выходного сигнала СУП				
тип выходного соединителя СУП				

**Приложение Б
(справочное)**

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ПР 50.2.006-94	ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 577-68	Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия
ГОСТ 6507-90	Микрометры. Технические условия
ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия
ГОСТ Р 8.568-97	ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
ПОТ РМ-016-2001	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

**Приложение В
(справочное)**
Перечень принятых сокращений

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