

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  
**ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
**ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»**

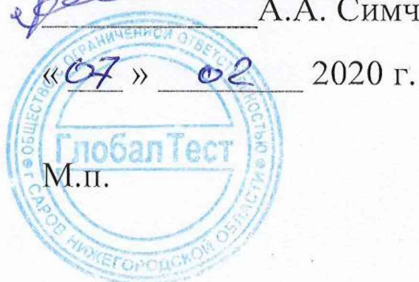
Аттестат аккредитации № RA.RU.311769

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

**СОГЛАСОВАНО**


Главный метролог  
ООО «ГлобалТест»

 А.А. Симчук



**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ЦИ СИ  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

 В.К. Даримов



**Вибропреобразователи AP2035T**

**Методика поверки**

**A3009.0329.МП-2020**

## 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.....	5
8	Оформление результатов поверки .....	10
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	11
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	11

Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи АР2035Т.

Вибропреобразователи АР2035Т (далее – датчик) предназначены для измерений вибрационных ускорений.

Принцип действия датчика основан на генерации электрического сигнала, пропорционального воздействующему ускорению.

В конструкции датчика использована механическая схема с пьезоэлементом, работающим на сдвиг, и встроенный унифицированный усилитель – преобразователь среднего квадратического значения (СКЗ) виброускорения в пропорциональный токовый сигнал 4...20 мА. Датчики выпускаются в нескольких модификациях. Конструктивные особенности датчиков приведены в таблице 1.

Структура обозначений датчиков (символы «Х» могут отсутствовать):

АР2035Т-	XX-	XX
	индекс исполнения	
значение коэффициента преобразования, мА/(м·с <sup>-2</sup> )		

Таблица 1 – Конструктивные особенности датчиков

Тип исполнения	Конструктивные особенности		
	Способы крепления	Диапазон измерений	Коэффициент преобразования
АР2035Т-0,5	Шпилька М6х12	0,1 ... 320 м/с <sup>2</sup>	0,05 мА/(м·с <sup>-2</sup> )
АР2035Т-0,25		0,2 ... 640 м/с <sup>2</sup>	0,025 мА/(м·с <sup>-2</sup> )
АР2035Т-0,5-01	Винт М6х50	0,1 ... 320 м/с <sup>2</sup>	0,05 мА/(м·с <sup>-2</sup> )
АР2035Т-0,25-01		0,2 ... 640 м/с <sup>2</sup>	0,025 мА/(м·с <sup>-2</sup> )

Данная методика поверки (далее – МП) устанавливает методику первичной и периодической поверок датчиков. Первичной поверке датчики подвергаются при выпуске из производства и после ремонта.

Организация и проведение поверки в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений...», утвержденным приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 года № 1815.

Межповерочный интервал – два года.

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

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок датчиков должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

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.

Таблица 2 – 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 номинального коэффициента преобразования и отклонения действительного значения от номинального	7.3	+	+
4 Проверка частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики	7.4	+	+
5 Проверка амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики	7.5	+	-
6 Проверка относительного коэффициента поперечного преобразования	7.6	+	-
7 Проверка основной относительной погрешности при измерении виброускорения	7.7	+	+

## 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 и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на датчик, данную методику поверки и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Поверочная виброустановка 2-го разряда	от 1 до 8000 Гц; 640 м/с <sup>2</sup>	±2,0 % на базовой частоте	DVC-500 (рег. № 58770-14)	1	все
Миллиамперметр	от 2 до 30 мА	±0,5 %	34410А (рег. № 47717-11)	1	все
Источник питания постоянного тока	от 10 до 30 В; 40 мА	±2,0 %	SPD-73606 (рег. № 55897-13)	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 12.2.007.0-75 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 и средства поверки.

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 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49 до 51 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

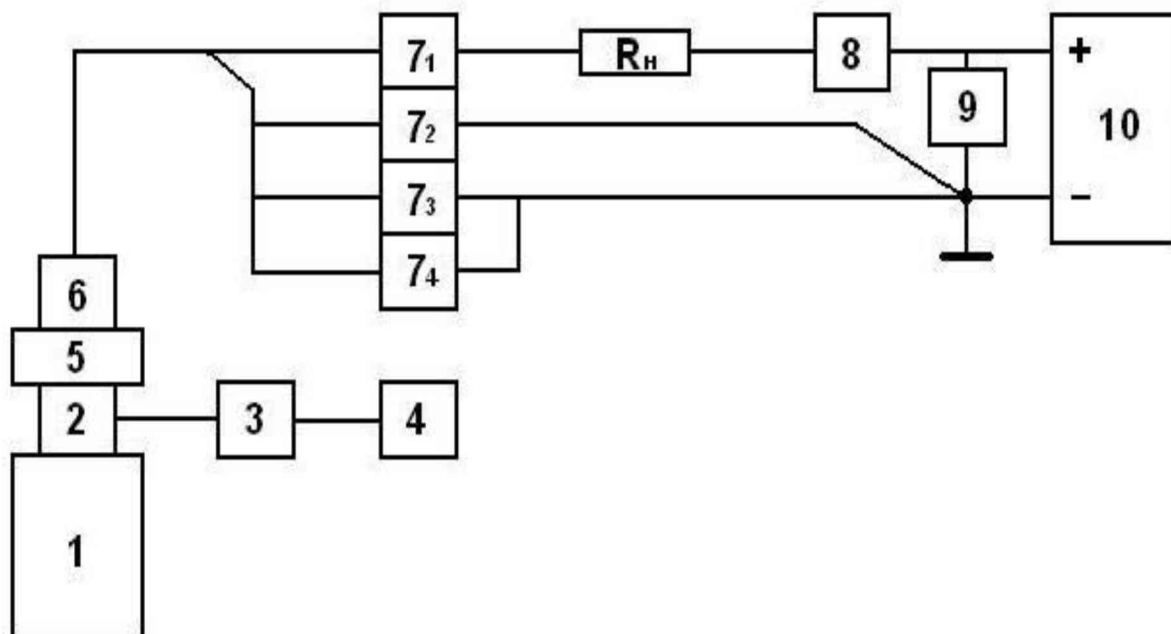
При внешнем осмотре необходимо проверить:

- целостность корпуса датчика;
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов.

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

## 7.2 Опробование

7.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В соответствии с ЭД закрепляют датчик на столе виброустановки так, чтобы направление воздействия вибрации совпадало с измерительной осью датчика. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Миллиамперметром (8) проводят измерение выходного тока датчика без воздействия вибрации.



- 1 - виброустановка поверочная;
  - 2 - эталонный датчик установки;
  - 3 - усилитель эталонного канала установки;
  - 4 - вольтметр эталонного канала установки;
  - 5 - технологический переходник;
  - 6 - испытуемый датчик;
  - 7 - разъем 2РМД18КПН4Г5В испытуемого датчика;
  - 8 - миллиамперметр (например, 34401А в режиме измерений постоянного тока);
  - 9 - вольтметр постоянного тока (при необходимости);
  - 10 - лабораторный источник питания ( $15 \pm 1$ ) В;
- $R_{н}$  - сопротивление нагрузки испытуемого датчика, С2-32-0,5-100 Ом  $\pm 1$  %

Рисунок 1– Схема измерений

Примечание – Все проверки датчика, если это не оговорено соответствующими пунктами, проводить при напряжении питания 15 В.

7.2.2 На частоте 200 Гц воспроизводят СКЗ виброускорения  $0,3 \cdot A_{макс}$ , где  $A_{макс}$  – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброускорения,  $m/s^2$ , и миллиамперметром (8) проводят измерение выходного тока датчика.

7.2.3 Датчик считают выдержавшим испытания, если выходной ток датчика без воздействия вибрации находится в пределах  $(4,0 \pm 0,2)$  мА и в пределах  $(8,5 \pm 3,0)$  мА при воздействии СКЗ виброускорения  $0,3 \cdot A_{макс}$ .

7.3 Проверка номинального коэффициента преобразования и отклонения действительного значения от номинального

7.3.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В соответствии с ЭД закрепляют датчик на столе виброустановки так, чтобы направление воздействия вибрации совпадало с измерительной осью датчика. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них.

7.3.2 Задают вибрацию на базовой частоте  $(200 \pm 1)$  Гц с уровнем СКЗ виброускорения не менее  $10 \text{ м/с}^2$  (рекомендуемое значение  $0,3 \cdot A_{\text{макс}}$ , где  $A_{\text{макс}}$  – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброускорения,  $\text{м/с}^2$ ), и с помощью миллиамперметра (8) измеряют выходной ток испытуемого датчика.

Коэффициент преобразования датчика  $K_I$ ,  $\text{мА}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ , определяют по формуле

$$K_I = \frac{(I_{\text{вых}} - 4)}{A_{\text{зад}}}, \quad (1)$$

где  $I_{\text{вых}}$  – величина выходного тока испытуемого датчика, мА;  
 $A_{\text{зад}}$  – заданное виброустановкой СКЗ виброускорения,  $\text{м/с}^2$ .

Примечание – При проведении периодической поверки допускается в качестве базовой использовать другие значения частот, например, 40, 80 или 160 Гц.

7.3.3 Датчик считают выдержавшим испытания, если действительный коэффициент преобразования находится в пределах:

- $0,05 \text{ мА}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2}) \pm 10 \%$  для АР35Т-0,5-ХХ;
- $0,025 \text{ мА}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2}) \pm 10 \%$  для АР35Т-0,25-ХХ.

7.4 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики

7.4.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В соответствии с ЭД закрепляют датчик на столе виброустановки так, чтобы направление воздействия вибрации совпадало с измерительной осью датчика. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них.

7.4.2 Задают вибрацию с СКЗ виброускорения не менее  $10 \text{ м/с}^2$ . При неизменной величине виброускорения снимают показания испытуемого датчика на частотах: 1; 2; 5; 10; 20; 40; 80; 200; 300; 600; 800; 1000; 3000; 5000; 8000 Гц. Уровень виброускорения контролируют по вольтметру эталонного канала установки.

Неравномерность частотной характеристики испытуемого датчика  $\delta_{\text{АЧХ}}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{\text{АЧХ}} = \frac{I_i - I_{200}}{I_{200} - I_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $I_i$  – величина выходного тока датчика при  $i$ -ом фиксированном значении частоты, мА;

$I_{200}$  – величина выходного тока датчика на базовой частоте 200 Гц, мА;

$I_0$  – начальное значения выходного тока испытуемого датчика, 4 мА.

## Примечания

1 На частотах ниже 20 Гц величина виброускорения устанавливается исходя из возможностей применяемой поверочной виброустановки, а при расчёте  $\delta_{АЧХ}$  необходимо учитывать изменение  $I_i$ .

2 Допускается неравномерность частотной характеристики определять на других частотах, выбранных из октавного ряда по ГОСТ Р 8.669, в соответствии с потребностями потребителя и (или) техническими возможностями применяемых средств поверки.

7.4.3 Датчик считают выдержавшим испытания, если неравномерность частотной характеристики относительно значения на базовой частоте находится в пределах:

- $\pm 4,0$  % в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц включительно;
- $\pm 12,5$  % в диапазоне частот от 1 до 8000 Гц.

7.5 Проверка амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики

7.5.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В соответствии с ЭД закрепляют датчик на столе виброустановки так, чтобы направление воздействия вибрации совпадало с измерительной осью датчика. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них.

Измерения проводят на базовой частоте 200 Гц при значениях ускорения:

- 1; 5; 10; 50; 100; 200; 320 м/с<sup>2</sup> (для АР2035Т-0,5-ХХ);
- 1; 5; 10; 50; 100; 200; 400; 640 м/с<sup>2</sup> (для АР2035Т-0,25-ХХ).

Нелинейность амплитудной характеристики  $\delta_{АХ}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{АХ} = \frac{(K_{npi} - K_{nср})_{\max}}{K_{nср}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $K_{npi}$  - коэффициент преобразования датчика при  $i$ -ом измерении, рассчитанный по формуле (1), мА/(м·с<sup>-2</sup>);

$K_{nср}$  - средний коэффициент преобразования датчика, мА/(м·с<sup>-2</sup>), рассчитанный по формуле

$$K_{nср} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{npi}}{n}, \quad (4)$$

где  $n$  - число измерений.

7.5.2 Датчик считают выдержавшим испытания, если нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах  $\pm 4$  %.



## 7.6 Проверка относительного коэффициента поперечного преобразования

7.6.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Сначала датчик закрепляют на столе виброустановки при помощи специального переходника таким образом, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна действию вибрации. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них.

Задают вибрацию с СКЗ виброускорения не менее  $10 \text{ м/с}^2$  (рекомендуемое значение  $0,3 \cdot A_{\text{макс}}$ , где  $A_{\text{макс}}$  – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброускорения датчика,  $\text{м/с}^2$ ), на базовой частоте  $(200 \pm 1)$  Гц. Снимают показания выходного тока датчика  $I_{\text{попер}}$ , мА, при различных положениях датчика, соответствующих его повороту вокруг рабочей оси на 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360°. Определяют максимальное значение. Затем датчик закрепляют таким образом, чтобы его ось чувствительности совпала с направлением действия вибрации. Снимают показания выходного тока с миллиамперметра (8)  $I_{\text{осев}}$ , мА, при тех же значениях частоты и СКЗ виброускорения.

Относительный коэффициент поперечного преобразования  $K_{\perp}$ , %, определяют по формуле

$$K_{\perp} = \frac{I_{p.\text{max}} - I_0}{I_{\text{осево}} - I_0} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $I_{p.\text{max}}$  - максимальное значение тока при поперечном воздействии, мА;

$I_{\text{осево}}$  - значение тока при осевом воздействии, мА;

$I_0$  - начальное значения выходного тока испытуемого датчика, 4 мА.

7.6.2 Датчик считают выдержавшим испытания, если относительный коэффициент поперечного преобразования не более 5 %.

## 7.7 Проверка пределов допускаемой основной относительной погрешности датчика при измерении виброускорения

7.7.1 Проверку пределов допускаемой основной относительной погрешности датчика при измерении виброускорения проводят по формуле

$$\delta = \pm 1,1 \sqrt{\delta_M^2 + \delta_I^2 + \delta_{AX}^2 + \delta_{AЧХ}^2}, \quad (6)$$

где 1,1 - коэффициент, определяемый доверительной вероятностью 0,95;

$\delta_M$  - погрешность воспроизведения ускорения на базовой частоте (из описания на поверочную виброустановку), %;

$\delta_I$  - погрешность измерения выходного тока датчика (определяется классом точности применяемого регистратора), %;

$\delta_{AX}$  - нелинейность амплитудной характеристики по 7.5, % (при периодической поверке берется из паспорта (описания типа) на датчик);

$\delta_{AЧХ}$  - неравномерность частотной характеристики по 7.4, %.

## **8 Оформление результатов поверки**

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

8.2 Датчик, 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 доку- мента, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования без- опасности
ГОСТ Р 8.669-2009	ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми вибропреобразователями. Методика поверки
	Порядок проведения средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке. Введен при- казом Минпромторга России от 02 июля 2015г. № 1815
	Правила устройства электроустановок (утверждены приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204)
	Правила технической эксплуатации электроустановок потре- бителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
ПОТЭУ	Правила по охране труда при эксплуатации электроуста- новок (утверждены приказом Министерства труда и социаль- ной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н)

**Приложение Б  
(справочное)**

**Перечень принятых сокращений**

МП – методика поверки;  
СИ – средство(а) измерений;  
ЭД – эксплуатационная документация;  
СКЗ – среднее квадратическое значение.