

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-	ХХ-	ХХ
	индекс исполнения	
значение коэффициента преобразования, мА/(м·с ⁻²)		

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 ²	0,05 мА/(м·с ⁻²)
АР2035Т-0,25		0,2 ... 640 м/с ²	0,025 мА/(м·с ⁻²)
АР2035Т-0,5-01	Винт М6х50	0,1 ... 320 м/с ²	0,05 мА/(м·с ⁻²)
АР2035Т-0,25-01		0,2 ... 640 м/с ²	0,025 мА/(м·с ⁻²)

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 ²	±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

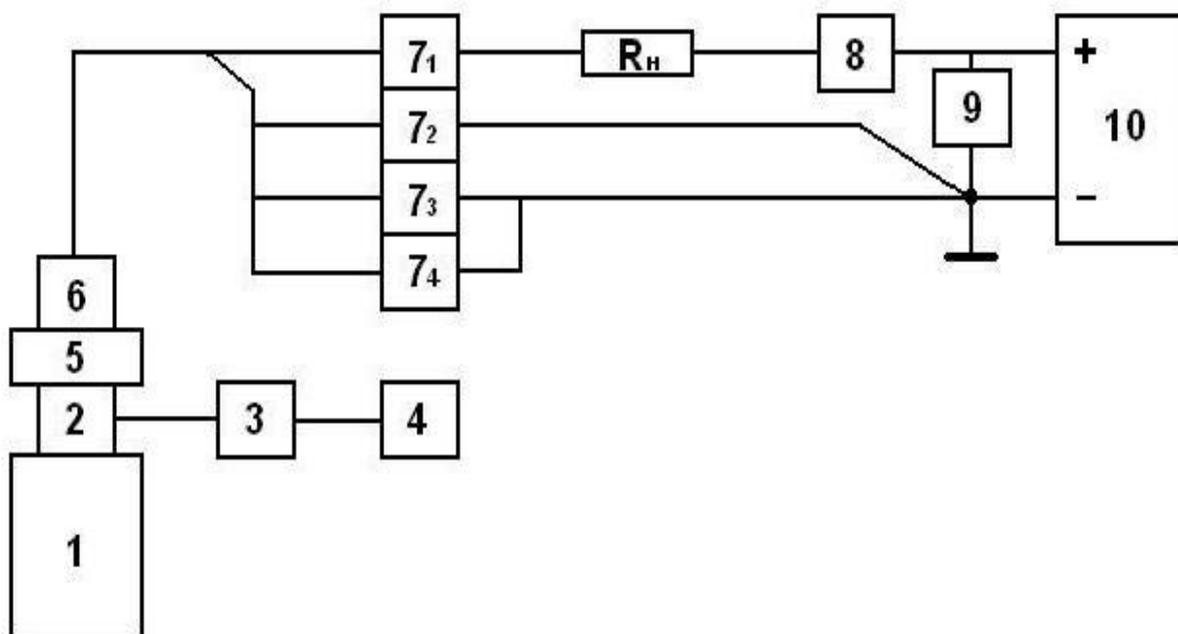
При внешнем осмотре необходимо проверить:

- 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 ± 1) В;
 R_n - сопротивление нагрузки испытуемого датчика, С2-32-0,5-100 Ом ± 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 $0,3 \cdot A_{\text{макс}}$, где $A_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброускорения, м/с^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 $0,3 \cdot A_{\text{макс}}$.

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 ± 1) Гц с уровнем СКЗ виброускорения не менее 10 м/с^2 (рекомендуемое значение $0,3 \cdot A_{\text{макс}}$, где $A_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброускорения, 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, 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 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 $\delta_{АЧХi}$ 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/с² (для АР2035Т-0,5-ХХ);
- 1; 5; 10; 50; 100; 200; 400; 640 м/с² (для АР2035Т-0,25-ХХ).

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

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

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

$K_{nрсп}$ - средний коэффициент преобразования датчика, мА/(м·с⁻²), рассчитанный по формуле

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

где n - число измерений.

7.5.2 Датчик считают выдержавшим испытания, если нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах ± 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 м/с^2 (рекомендуемое значение $0,3 \cdot A_{\text{макс}}$, где $A_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброускорения датчика, м/с^2), на базовой частоте (200 ± 1) Гц. Снимают показания выходного тока датчика $I_{\text{попер}}$, мА, при различных положениях датчика, соответствующих его повороту вокруг рабочей оси на $30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360^\circ$. 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;

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

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

δ_{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.