

УТВЕРЖДАЮ

АО «НИИФИ»

Руководитель ЦИ СИ



М.Е. Горшенин

25 / 11 2015 г.

Акселерометр низкочастотный линейный

АЛО 034-01

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

СДАИ.402139.084 МП

ш.р. 63525-16

СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть.....	3
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки.....	3
3 Требования безопасности.....	3
4 Условия поверки.....	3
5 Подготовка к поверке.....	4
6 Проведение поверки.....	4
7 Оформление результатов поверки.....	7
Приложение А.....	8

Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на акселерометр низкочастотный линейный АЛО 034-01 (акселерометр), предназначенный для измерения низкочастотного линейного ускорения.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Контроль внешнего вида и маркировки	6.1	да	да
2 Контроль коэффициента преобразования и приведенного значения погрешности аппроксимации градуировочной характеристики акселерометров. Контроль смещения нуля	6.2	да	да
3 Контроль значения приведенной погрешности	6.3	да	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Основные метрологические характеристики
1 Оптическая делительная головка ОДГЭ-5	Диапазон (0 – 360п) град, погрешность $\pm(5+5\sin\alpha/2)$ сек
2 Вольтметр В7-16А	Диапазон (0,1 – 1000) В, погрешность класс точности $\pm(0,05/0,05-0,1/0,1)\%$
3 Источник питания постоянного тока Б5-71/4м	Диапазон (0,2 - 75) В, погрешность $\pm(0,008U_{уст}+0,1)$ В, диапазон (0,1 - 4) А, погрешность $\pm(0,02I_{max}+0,05)$ А

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки с равным или более высоким классом точности.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019 и требования на конкретное поверочное оборудование.

4 Условия поверки

4.1 Все операции при проведении поверки, если нет особых указаний, должны проводиться в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 30 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 75 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.);
- напряжение питания $\pm(27,0\pm 0,1)$ В.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки испытательные установки, стенды, аппаратура и электроизмерительные приборы должны иметь формуляры (паспорта) и соответствовать стандартам или техническим условиям на них.

5.2 Не допускается применять средства поверки, срок обязательных поверок которых истек.

5.3 Предварительный прогрев контрольно-измерительных приборов должен соответствовать требованиям технических описаний и инструкций по эксплуатации на них.

5.4 Контрольно-измерительные приборы должны быть надежно заземлены с целью исключения влияния электрических полей на результаты измерений.

5.5 В процессе поверки датчика менять средства измерений не рекомендуется.

5.6 Порядок проведения испытаний должен соответствовать порядку изложения видов испытаний в таблице 1.


6 Проведение поверки

6.1 Контроль внешнего вида и маркировки

6.1.1 Контроль внешнего вида и маркировки акселерометра проводить визуальным осмотром. При проверке внешнего вида руководствоваться следующими требованиями:

- внешний вид акселерометра должен соответствовать требованиям чертежей.
- не допускается на поверхности акселерометра сколы, трещины, вмятины, следы коррозии, раковины, отслоения покрытия и другие дефекты за исключением отдельных царапин и вмятин (точек), которые ухудшают шероховатость поверхности не более, чем на один диапазон числовых значений параметров, указанных в конструкторской документации. Наружная поверхность трубки кабельной перемычки должна соответствовать требованиям раздела 1 ТУ 3491-005-00214639.

На корпусе каждого датчика должно быть отчетливо выгравировано:

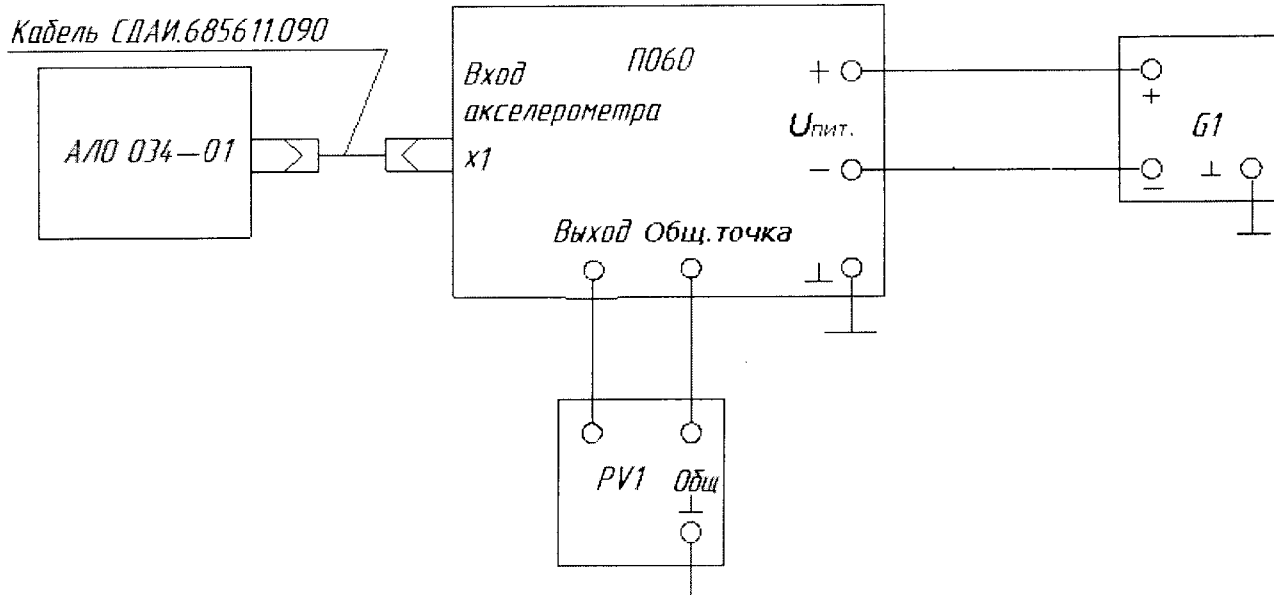
- АЛО 034-01 - индекс акселерометра;
- XXXXXX - заводской номер;
- $\pm 1,4$ - верхний и нижний пределы диапазона измерений;
- 8 - верхний предел частоты частотного диапазона измерений;
-  - знак защиты от статического электричества.
- $\uparrow^x, z^{\leftarrow}, \rightarrow^y$ - направление осей системы координат, связанной с установочной плоскостью;
- \uparrow - направление измерительной оси;

6.2 Контроль коэффициента преобразования и приведенного значения погрешности аппроксимации градуировочной характеристики акселерометров. Контроль смещения нуля

6.2.1 Подстыковать приспособление МКНИ.441513.002-01 к оптической делительной головке ОДГ-5 (головке) и выставить его в горизонт в двух направлениях при помощи уровня брускового 200-0,05 ГОСТ 9392 так, чтобы пузырек уровня был на середине ампулы с точностью ± 1 деление.

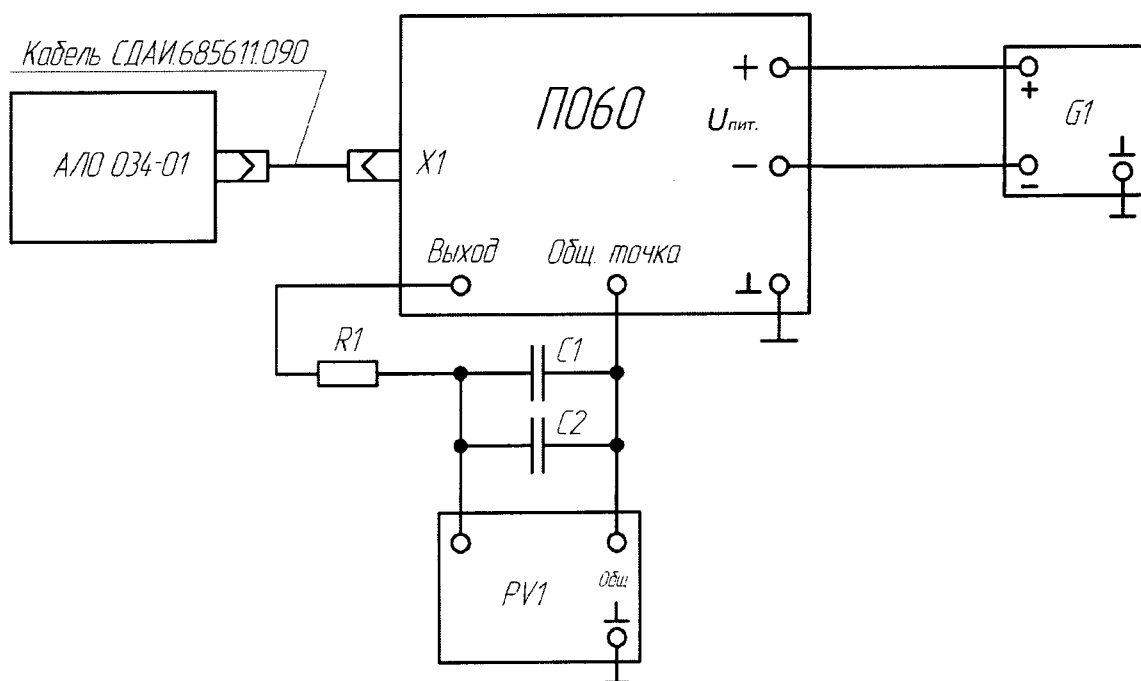
6.2.3 Закрепить акселерометр за плоскость YOZ на приспособлении так, чтобы при горизонтальном положении приспособления измерительная ось X была направлена стрелкой вверх, а измерительная ось Y находилась в горизонтальной плоскости и направлена вдоль продольной оси приспособления. Повернуть шпиндель головки на 90^0 , при этом показания на лимбах головки должны быть нулевыми.

Примечание – Начало системы координат O определяется как точка пересечения осей X, Y, Z и на корпусе акселерометра не гравировается.



G1 – источник питания постоянного тока Б5-71/4м;
 PV1 – вольтметр универсальный В7-16А;

Рисунок 1 – Схема контроля акселерометров с диапазонами измерений $\pm 1,4$ и $\pm 2,8$ м/с²



G1 – источник питания постоянного тока Б5-71/4м;
 PV1 – вольтметр универсальный цифровой В7-16А;
 R1 – резистор С2-36-110 кОм $\pm 0,5\%$ -А-Н-В ОЖО.467.089 ТУ;
 C1, C2 – конденсаторы К10-17а-Н90-1,5 мкФ ОЖО.460.107 ТУ.

Рисунок 2 — Схема контроля акселерометров с диапазонами измерений $\pm 0,1$ и $\pm 0,6$ м/с²

6.2.3 Собрать схему в соответствии с рисунком 1 для диапазонов $\pm 1,4$ и $\pm 2,8$ м/с² и рисунком 2 для диапазонов $\pm 0,1$ и $\pm 0,6$ м/с². Установить напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В. Подключить вольтметр PV1 к клеммам ВЫХОД и ОБЩ. ТОЧКА пульта П 060.

6.2.4 Установить в камере температуру (20 ± 2) °С и выдержать в ней акселерометр в течение 1 ч во включенном состоянии.

6.2.5 Измерить прибором PV1 выходное напряжение U_{1i} четыре раза подряд ($i = 1, \dots, 4$). Повернуть шпиндель головки на 180° и вновь измерить выходное напряжение U_{2i} четыре раза подряд ($i = 1, \dots, 4$). Результаты измерений занести в таблицу, выполненную по форме таблицы 3.

Таблица 3 – Результаты контроля смещения нуля

Обозначение выходного напряжения акселерометра	Порядковый номер измерения, i			
	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$
U_{1i}				
U_{2i}				

6.2.6 Определить смещение нуля по формуле (5) приложения А.

6.2.7 Зафиксировать угол α_0 , соответствующий положению шпинделя, в котором напряжение U_{1i} или U_{2i} меньше отличается от значения $+3$ В.

Примечание – Перед установкой отрицательных углов необходимо привести их к виду, удобному для установки на лимбах головки путем вычитания из значения α_0 абсолютного значения углов $\alpha_3, \alpha_2, \alpha_1, \alpha$.

6.2.8 Повернуть шпиндель головки на угол минус α (угол α см. в таблице 4). Измерить выходные напряжения U_{ij}^M ($i=1, j=1$).

Таблица 4

Диапазон измерений, m/c^2	Температурные испытания		Определение градуировочной характеристики		
	α	$\sin \alpha_j$	α_j		$\sin \alpha_j$
1	2	3	4	5	6
$\pm 0,1$	$35'$	$0,01018091$	α	$35'$	$0,01018091$
			α_1	$30'$	$0,00872653$
			α_2	$20'$	$0,00581773$
			α_3	$10'$	$0,00290888$
			α_4	$0'$	$0,00000000$
$\pm 0,6$	$3^\circ 30'$	$0,0610485$	α	$3^\circ 30'$	$0,0610485$
			α_1	$2^\circ 30'$	$0,0436193$
			α_2	$1^\circ 40'$	$0,0290847$
			α_3	$50'$	$0,0145438$
			α_4	0°	$0,00000000$
$\pm 1,4$	$8^\circ 20'$	$0,1449318$	α	$8^\circ 20'$	$0,1449318$
			α_1	6°	$0,1045285$
			α_2	4°	$0,0697565$
			α_3	2°	$0,0348995$
			α_4	0°	$0,00000000$
$\pm 2,8$	17°	$0,2923717$	α	17°	$0,2923717$
			α_1	13°	$0,2249511$
			α_2	9°	$0,1564345$
			α_3	5°	$0,0871557$
			α_4	0°	$0,00000000$

Результаты испытаний занести в таблицу, выполненную по форме таблицы 5.

Таблица 5 – Результаты контроля градуировочной характеристики акселерометров

Порядковый номер точки градуировки, j	Измеряемое ускорение, X_j	Выходное напряжение U_j^M и U_j^B , В	
		U_j^M	U_j^B
1	$-\sin\alpha$		
2	$-\sin\alpha_1$		
3	$-\sin\alpha_2$		
4	$-\sin\alpha_3$		
5	$\sin\alpha_4$		
6	$\sin\alpha_3$		
7	$\sin\alpha_2$		
8	$\sin\alpha_1$		
9	$\sin\alpha$		

6.2.9 Поворачивая шпindelь головки на угол минус $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3), \alpha_4$, плюс $(\alpha_3, \alpha_2, \alpha_1, \alpha)$ относительно α_0 , измерить выходные напряжения U_{ij}^M ($i=1, j=2, \dots, 9$), соответствующие 2, ..., 9 точкам прямого хода.

6.2.10 Поворачивая шпindelь головки от угла плюс α до угла минус α , измерить выходные напряжения $U_{ij}^B, \dots, U_{ji}^B$ ($i=2, j=9, \dots, 1$), соответствующие 9, ..., 1 точкам обратного хода ГХ.

6.2.11 Определить значения коэффициента преобразования, K_0 , погрешности аппроксимации, σ_a по формулам (6)-(9) Приложения А.

6.2.12 Результаты испытаний считать положительными, если:

- значение коэффициента преобразования для акселерометра с диапазоном измерений $\pm 0,1 \text{ м/с}^2$ находится в интервале от 15,930 до 19,470 В·с²/м;
- значение коэффициента преобразования для акселерометра с диапазоном измерений $\pm 0,6 \text{ м/с}^2$ находится в интервале от 3,0645 до 3,7455 В·с²/м;
- значение коэффициента преобразования для акселерометра с диапазоном измерений $\pm 1,4 \text{ м/с}^2$ находится в интервале от 1,35585 до 1,65715 В·с²/м;
- значение коэффициента преобразования для акселерометра с диапазоном измерений $\pm 2,8 \text{ м/с}^2$ находится в интервале от 0,71883 до 0,87857 В·с²/м;
- значение смещения нуля находится в интервале от 2,7 до 3,3 В;
- приведенное значение погрешности аппроксимации ГХ не превышает 0,1 %.

6.3 Контроль значения приведенной погрешности

6.3.1 Определить значение основной погрешности γ_0 в процентах обработав результаты испытаний по п. 6.2 по формулам (1) – (4) Приложения А.

6.3.2 Результаты испытаний считать положительными, если значение допускаемой основной погрешности находится в пределах $\pm 0,1 \%$.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки преобразователей оформить в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Приложение А
Таблица оперативной информации к обработке результатов испытаний

Содержание оперативной информации	Числовые значения, формулы, указания
1 Степень полинома	$l = 1$
2 Нормирующее значение выходного сигнала	$N = 6$
3 Коэффициент, учитывающий доверительную вероятность	$K = 2$
4 Суммарная дисперсия, обусловленная средствами градуировки	$\sum_{\rho=1}^2 D_{\text{оопр.}\rho} = 1,44 \cdot 10^{-8} \cdot K_0^2 + 2 \cdot 10^{-7} \quad (1)$
5 Указания по определению приведенной погрешности	<p>Рассчитать и вывести на печать значение приведенной погрешности акселерометра, %</p> $\gamma_0 = \frac{2}{N} \sqrt{D_{\text{н}} + \sum_{\rho=1}^2 D_{\text{оопр.}\rho}} \cdot 100 \quad (2)$ <p>Рассчитать значение дисперсии невоспроизводимости градуировочной характеристики, В²</p> $D_{\text{н}} = \frac{\sum_{j=1}^9 (U_j^M - U_j)^2 + \sum_{j=1}^9 (U_j^B - U_j)^2}{18} \quad (3)$ <p>где U_j^M - значение выходного напряжения для j-й точки градуировки при изменении выходного сигнала со стороны меньших значений, В</p> <p>где U_j^B - значение выходного напряжения для j-й точки градуировки при изменении выходного сигнала со стороны больших значений, В</p> <p>Рассчитать и вывести на печать среднюю градуировочную характеристику, В</p> $U_j = \frac{U_j^M + U_j^B}{2} \quad (4)$

Продолжение таблицы

Содержание оперативной информации	Числовые значения, формулы, указания
<p>6 Указания по определению и выводу на печать других характеристик</p>	<p>Подсчитать и вывести на печать значение смещения нуля b_0, равное</p> $b_0 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^4 (U_{1i} + U_{2i}) \quad (5)$ <p>Подсчитать значение смещения нуля b_{0a} ($j=1, \dots, 9$), необходимое для расчета погрешности аппроксимации b_{0a}</p> $b_{0a} = \frac{\sum_{j=1}^9 U_j}{9} \quad (6)$ <p>Подсчитать и вывести на печать значение коэффициента преобразования K_0</p> $K_0 = \frac{\sum_{j=1}^m U_j X_j}{\sum_{j=1}^m X_j^2} \cdot \frac{1}{9,81294} \quad (7)$ <p>где $X_j = \sin \alpha$</p> <p>Подсчитать дисперсию аппроксимации D_a:</p> $D_a = \frac{1}{7} \sum_{j=1}^9 (b_{0a} + K_0 X_j \cdot 9,81294 - U_j)^2, \quad (8)$ <p>Подсчитать и вывести на печать приведенное значение погрешности аппроксимации градуировочной характеристики</p> $\sigma_a = \frac{100}{N} \cdot \sqrt{D_a} \quad (9)$