

УТВЕРЖДАЮ
АО «НИИФИ»

Руководитель ЦИ СИ



М.Е. Горшенин
2015 г.

Акселерометр низкочастотный линейный

АЛЕ 049М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

СДАИ.402139.079МП

н.р. 62710-15

Содержание

Вводная часть	3
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	3
3 Требования безопасности	4
4 Условия поверки	4
5 Подготовка к поверке	4
6 Проведение поверки	5
7 Оформление результатов поверки	11
Приложение А Формы таблиц	12
Приложение Б Таблица оперативной информации к обработке результатов испытаний	14

Вводная часть

Настоящая методика по поверке распространяется на акселерометр низкочастотный линейный АЛЕ 049М (акселерометр), предназначенный для измерения низкочастотного линейного ускорения.

Межповерочный интервал – 2 года.

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	
		первой поверке	периодической поверке
1 Контроль внешнего вида и маркировки	6.1	да	да
2 Контроль смещения нуля акселерометров. Определение ГХ акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$ и ± 11 м/с ² . Контроль коэффициента преобразования акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$ и ± 11 м/с ²	6.2	да	да
3 Определение ГХ акселерометров с диапазонами измерений -10+50 и от ± 22 до ± 1400 м/с ² . Проведение испытаний на воздействие изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В акселерометров с диапазонами измерений -10+50 и от ± 22 до ± 1400 м/с ²	6.3	да	да
4 Определение ГХ акселерометров с диапазонами измерений 0+270; 0+400; 0+800; 0+1200; 0+2000 м/с ² . Проведение испытаний на воздействие изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В акселерометров с диапазонами измерений 0+270; 0+400; 0+800; 0+1200; 0+2000 м/с ²	6.4	да	да
5 Проведение испытаний на воздействие изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$ и ± 11 м/с ²	6.5	да	да
6 Проведение испытаний на воздействие изменений температуры окружающей среды от минус 65 до 65 °С. Контроль предельного значения случайной составляющей погрешности в интервале изменения температуры окружающей среды	6.6	да	да
7 Контроль основной погрешности	6.7	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 – 360n) град, погрешность $\pm(5+5\sin\alpha/2)$ сек
2 Штангенциркуль ШЦ	Диапазон (0 – 125) мм; погрешность $\pm 0,1$ мм
3 Вольтметр В7-16А	Диапазон (0,1 – 1000) В, погрешность КТ $\pm(0,05/0,05-0,1/0,1)\%$
4 Источник питания постоянного тока Б5-49	Диапазон 0,1 – 99,9 В, 0,001 – 0,999 А погрешность $\pm(0,5\%U_{\text{уст}} + 0,1\%U_{\text{max}})$ В, $\pm(1,0\%I_{\text{уст}} + 0,2\%I_{\text{max}})$ А
5 Комбинированный прибор Ц-4353	Диапазон (0 – 5000 кОм), погрешность $\pm 1,5\%$
6 Мультиметр цифровой типа Agilent 34401А	Диапазон (0 – 1000) В, погрешность $\pm(0,0035 – 0,005)\%$
7 Градуировочный комплекс ТЕМП-2	Диапазон воспроизводимых линейных ускорений 5-1500 м/с ² . Относительная среднеквадратичная погрешность воспроизведения ускорений в диапазоне 10-100 м/с ² не более 0,2 %, в диапазоне 100-1500 м/с ² не более 0,03 %
8 Камера климатическая 3524/58	Диапазон температур от минус 70°C до 100 °C; равномерность температуры в камере $\pm 1,2$ °C

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 °C до 30 °C;
- 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 трубы кабельной перемычки должна соответствовать требованиям раздела 1 ТУ 3491-005-00214639.

На корпусе каждого датчика должно быть отчетливо выгравировано:

- АЛЕ 049М - индекс акселерометра;

- ± 11 - верхний и нижний пределы диапазона измерений;

- 64 - наибольшее значение частоты ЧДИ;

- XXXXXX - заводской номер;

- \uparrow^x , z^- , $\rightarrow y$ - направление осей системы координат, связанной с установочной плоскостью;

- \uparrow - направление измерительной оси;

-  - знак защиты от статического электричества.

6.2 Контроль смещения нуля акселерометров. Определение ГХ акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$ и ± 11 м/с². Контроль коэффициента преобразования акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$ и ± 11 м/с²

6.2.1 Установить приспособление МКНИ.441558.307-01 в камеру тепла и холода. Подстыковать его к оптической делительной головке ОДГЭ-5 (ОДГ) 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.

6.2.2 Закрепить акселерометр за плоскость YOZ на приспособлении так, чтобы при горизонтальном положении приспособления ось X была направлена стрелкой вверх, а ось Y находилась в горизонтальной плоскости и направлена вдоль продольной оси приспособления.

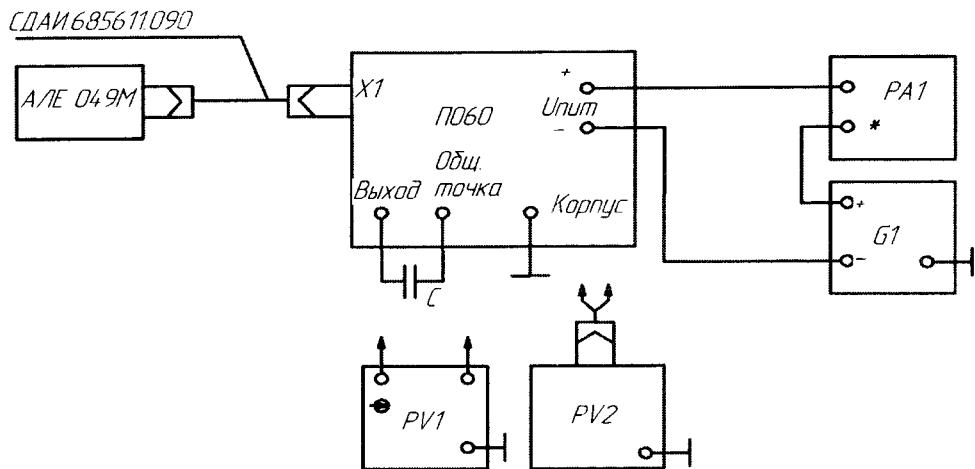
Повернуть шпиндель оптической делительной головки на 90 градусов, при этом показания на лимбах ОДГ должны быть нулевыми.

Примечание – Начало системы координат 0 определяется как точка пересечения осей X, Y, Z и на корпусе акселерометра не гравируется.

6.2.3 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Установить с помощью вольтметра PV1 напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В. Подключить вольтметр PV1 к клеммам ВЫХОД и ОБЩ. ТОЧКА пульта П 060. Включить питание акселерометра и выдержать его во включенном состоянии в течение 5 мин для диапазона измерений $\pm 5,6$ м/с² и в течение 1 мин для диапазона измерений ± 22 м/с².

6.2.4 Измерить выходное напряжение акселерометра. Измеренное напряжение должно соответствовать требованиям таблицы 3. Выключить питание акселерометра.

6.2.5 Включить питание акселерометра. Установить в камере температуру $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и выдержать в ней акселерометр в течение 1 ч во включенном состоянии. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{01} .



С - конденсатор К10-17а-Н90-8200 пФ-В ОЖО.460.107ТУ;

G1 - источник питания постоянного тока Б5-49;

PV1 - вольтметр универсальный цифровой В7-16А;

PV2 - мультиметр Agilent 34401A;

PA1 - комбинированный прибор Ц-4353.

Рисунок 1 - Схема для контроля характеристик акселерометра

Таблица 3

Диапазон измерений	Коэффициент преобразования, В·с ² /м	Смещение нуля, В
±5,6 м/с ²	от 0,38571 до 0,42857	
±11 м/с ²	от 0,20455 до 0,22727	
±22 м/с ²	от 0,10227 до 0,11364	
±45 м/с ²	от 0,05000 до 0,05556	
±90 м/с ²	от 0,02500 до 0,02778	
±180 м/с ²	от 0,01250 до 0,01528	
±180 м/с ²	от 0,01181 до 0,01597	3,0±0,3
±270 м/с ²	от 0,00833 до 0,01019	
±350 м/с ²	от 0,00607 до 0,00821	
±700 м/с ²	от 0,00304 до 0,00411	
±1200 м/с ²	от 0,00177 до 0,00240	
±1400 м/с ²	от 0,00152 до 0,00205	
0+270 м/с ²	от 0,00833 до 0,01019	
0+400 м/с ²	от 0,00563 до 0,00688	
0+800 м/с ²	от 0,00281 до 0,00314	0,4±0,2
0+1200 м/с ²	от 0,00188 до 0,00229	
0+2000 м/с ²	от 0,00113 до 0,00138	
-10+50 м/с ²	от 0,04500 до 0,05000	0,85±0,15

6.2.6 Повернуть шпиндель головки на угол 180° и измерить выходное напряжение U_{02} . Определить U_0 , в В, по формуле

$$U_0 = \frac{U_{01} + U_{02}}{2}$$

6.2.7 Поворачивая шпиндель головки в ту или другую сторону, найти такое положение, чтобы показания вольтметра соответствовали значению U_0 , определенному в п. 6.2.3. Зафиксировать угол α_0 .

6.2.8 Поворачивая шпиндель головки на угол минус ($\alpha, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$), α_4 , плюс ($\alpha_3, \alpha_2, \alpha_1, \alpha$) относительно α_0 , измерить выходные напряжения U_j^M ($j=1, \dots, 9$), соответствующие 1, ..., 9 точкам прямого хода.

6.2.9 Поворачивая шпиндель головки от угла плюс α до угла минус α , измерить выходные напряжения U_9^B, \dots, U_1^B ($j=9, \dots, 1$), соответствующие 9, ..., 1 точкам обратного хода ГХ.

Результаты испытаний и температуру в камере (t_0) занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.4.

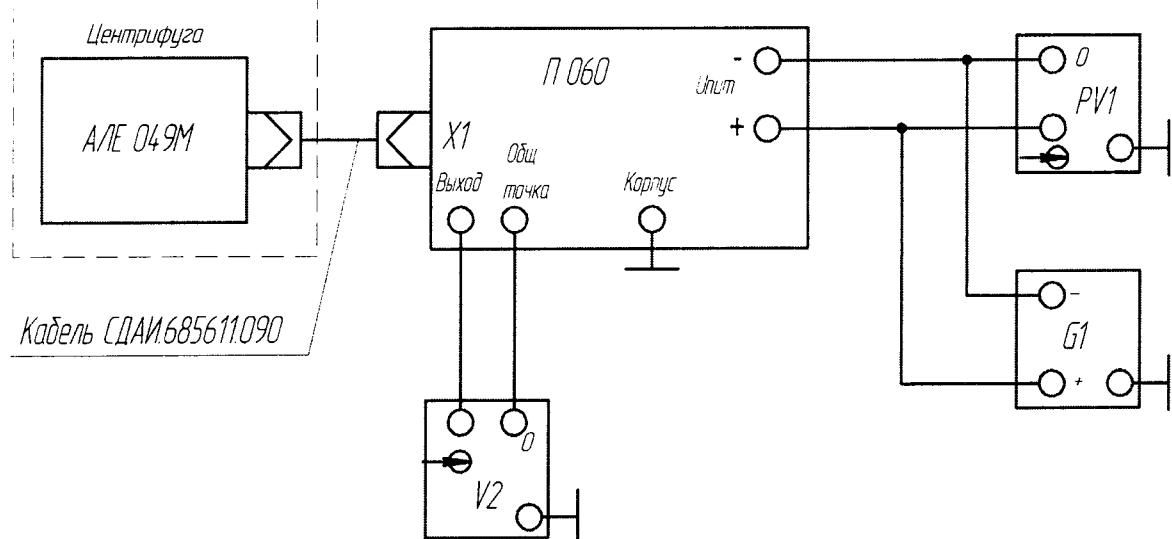
6.2.10 Обработать результаты испытаний, занесенных в таблицы А.2, А.4, при температуре плюс 20°C , пользуясь формулами (3) – (6), (8), (Б.10) приложения Б.

Результаты испытаний считать положительными, если значения b_0, K_0 соответствуют требованиям таблицы 3, значение σ_a должно быть не более 0,5 % для акселерометров с ЧДИ (0-200), (0-256) Гц, не более 0,2 для остальных диапазонов.

6.3 Определение ГХ акселерометров с диапазонами измерений $-10+50$ и от ± 22 до $\pm 1400 \text{ м/с}^2$. Проведение испытаний на воздействие изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В акселерометров с диапазонами измерений $-10+50$ и от ± 22 до $\pm 1400 \text{ м/с}^2$

6.3.1 Установить акселерометр на установочную плоскость YOZ на платформе градуировочной центрифуги ТЕМП-2 с помощью установочного приспособления МКНИ.441558.308 стрелкой X от центра вращения, что соответствует заданию отрицательных ускорений.

6.3.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Установить с помощью вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($34_{-0,1}$) В. Включить питание акселерометра и выдержать в течение 5 мин для диапазонов измерений от $\pm 5,6$ до $\pm 22 \text{ м/с}^2$ и в течение 1 мин для всех остальных диапазонов измерений.



G1 - источник питания постоянного тока Б5-49;
 PV1, PV2 - вольтметр универсальный В7-16А

Рисунок 2 - Схема для контроля характеристик акселерометра на центрифуге

6.3.3 Включить центрифугу и создать ускорение, равное диапазону измерений акселерометра.

6.3.4 Измерить при напряжении питания ($34_{-0,1}$) В выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=1, i=1, j=1$).

6.3.5 Установить при помощи вольтметра PV1 напряжение источника G1 ($23^{+0,1}$) В. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=2, i=1, j=1$).

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

6.3.6 Установить при помощи вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В.

6.3.7 Измерить выходное напряжение акселерометра U_{ij}^M при значениях ускорений, задаваемых центрифугой, равных 100, 75, 50, 25, 0 % от диапазона измерений ($i=1, j=1, \dots, 5$).

6.3.8 Повернуть приспособление МКНИ.441558.308 на 180 градусов вокруг вертикали, что соответствует заданию положительных ускорений.

Измерить выходное напряжение акселерометра U_{ij}^M при значениях ускорения, задаваемого центрифугой, равных 25, 50, 75, 100 % от диапазона измерений ($i=1, j=6, \dots, 9$).

6.3.9 Установить при помощи вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($34,0 \pm 0,1$) В.

Провести измерения выходного напряжения акселерометра, U_{uij} ($u=1, i=1, j=9$) и выполнить операции по п. 6.3.5 ($u=2, i=1, j=9$).

Записать результаты измерений, соответствующие $u=1; 2$ $i=1, j=9$ в таблицу дважды ($u=1; 2, i=2, j=9$).

6.3.10 Установить при помощи вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В.

Не меняя положения акселерометра, измерить выходное напряжение акселерометра при значениях ускорения, равных 100, 75, 50, 25, 0 % U_{ij}^B от диапазона измерений ($i=2, j=9, \dots, 5$).

6.3.11 Повернуть акселерометр на 180 градусов и измерить его выходные напряжения U_{ij}^B при значениях ускорения равных 25, 50, 75, 100 % от диапазона измерений ($i=2, j=4, \dots, 1$).

6.3.12 Провести измерения, выполняя операции пп. 4.16.4, 4.16.5 ($u=1, 2$ $i=2, j=1$).

Результаты определения ГХ при напряжении питания акселерометра ($27,0 \pm 0,1$) В занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.3.

Результаты измерений выходного напряжения акселерометров при напряжении питания ($34,0 \pm 0,1$) В и ($23 \pm 0,1$) В в 1-й и 9-й точках ГХ занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.2.

6.3.13 Обработать результаты испытаний, занесенные в таблицу, выполненную по форме таблицы А.3, пользуясь формулами (3) – (6) приложения Б.

При этом должна быть учтена относительная погрешность задания ускорения центрифугой ξ , обусловленная неопределенностью положения центра масс (формулы (10)-(12) приложения Б).

Определить коэффициент преобразования K_0 , коэффициенты K_1, K_2 и среднее квадратическое отклонение нелинейность ГХ σ_a акселерометров с диапазонами измерений -10+50 и от ± 22 до ± 1400 м/с².

Определить дисперсию (D_u) составляющей основной погрешности и значение составляющей основной погрешности (γ_u) от изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В, пользуясь формулами (6), (7) приложения Б.

Результаты испытаний считать положительными, если значение K_0 соответствует требованиям таблицы 3, значение σ_a должно быть не более 0,5 % для акселерометров с ЧДИ (0-200), (0-256) Гц, не более 0,2 для остальных диапазонов.

6.4 Определение ГХ акселерометров с диапазонами измерений 0+270; 0+400; 0+800; 0+1200; 0+2000 м/с². Проведение испытаний на воздействие изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В акселерометров с диапазонами измерений 0+270; 0+400; 0+800; 0+1200; 0+2000 м/с²

6.4.1 Установить акселерометр на установочную плоскость YOZ на платформе градиуровочной центрифуги ТЕМП-2 с помощью установочного приспособления МКНИ.441558.308 стрелкой X от центра вращения.

6.4.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Установить с помощью вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($34,0 \pm 0,1$) В. Включить питание акселерометра и выдержать в течение 1 мин.

6.4.3 Включить центрифугу и создать ускорение, равное диапазону измерений акселерометра.

6.4.4 Измерить при напряжении питания (34_{-0,1}) В выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=1, i=1, j=9$).

6.4.5 Установить при помощи вольтметра PV1 напряжение источника G1 ($23^{+0,1}$) В. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=2, i=1, j=9$).

6.4.6 Установить при помощи вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В.

6.4.7 Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij}^b при значениях ускорения, задаваемого центрифугой, равных 100, 87,5, 75; 62,5; 50, 37,5; 25, 12,5; 0 % от диапазона измерений ($i=1, j=9, \dots, 1$).

6.4.8. Провести измерения выходного напряжения акселерометра, выполняя операции по пп. 6.4.4, 6.4.5 ($u=1,2, i=1, j=1$). Записать результаты измерений, соответствующие $u=1,2, i=1, j=1$, в таблицу дважды ($u=1, 2, i=2, j=1$).

6.4.9 Установить при помощи вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В. Измерить выходное напряжение U_{uij}^m акселерометра при значениях ускорения, равных 0; 12,5; 25; 37,5; 50; 62,5; 75; 87,5; 100 % от диапазона измерений акселерометра ($i=2, j=1, \dots, 9$).

6.4.10 Установить при помощи вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 (34_{-0,1}) В.

Провести измерения выходного напряжения акселерометра, выполняя операции по пп. 6.4.4, 6.4.5 ($u=1, 2, i=2, j=9$).

Результаты определения ГХ при напряжении питания акселерометра ($27,0 \pm 0,1$) В занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.3.

Результаты определения ГХ при напряжении питания акселерометров (34_{-0,1}) В и ($23^{+0,1}$) В занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.2.

6.4.12 Обработать результаты испытаний, занесенные в таблицу, выполненную по форме таблицы А.3, пользуясь формулами (3)-(6) приложения Б без учета относительной погрешности задания ускорения центрифугой ξ .

Определить дисперсию (D_u) составляющей основной погрешности и значение составляющей основной погрешности (γ_u) от изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В, пользуясь формулами (6), (7) приложения Б.

Результаты испытаний считать положительными, если значение K_0 соответствует требованиям таблицы 3, значение σ_a должно быть не более 0,5 % для акселерометров с ЧДИ (0-200), (0-256) Гц, не более 0,2 для остальных диапазонов.

6.5 Проведение испытаний на воздействие изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$ и $\pm 11 \text{ м/с}^2$.

6.5.1 Установить приспособление МКНИ.441558.307 на ОДГ и выставить 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.

6.5.2 Закрепить акселерометр на приспособлении по п. 6.2.2.

6.5.3 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

6.5.4 Установить с помощью вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 (34_{-0,1}) В.

6.5.5 Повернуть шпиндель ОДГ на угол минус α в соответствии с таблицей 8. Включить питание акселерометра и выдержать во включенном состоянии 5 мин.

6.5.6 Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=1, i=1, j=1$).

6.5.7 Установить с помощью вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($23^{+0,1}$) В. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=2, i=1, j=1$).

6.5.8 Повернуть шпиндель ОДГ на угол плюс α относительно положения п. 6.5.1.

6.5.9 Установить с помощью вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 (34_{-0,1}) В. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=1, i=1, j=9$).

6.5.10 Установить с помощью вольтметра PV1 выходное напряжение источника G1 ($23^{+0,1}$) В. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($u=2, i=1, j=9$).

Записать результаты испытаний по пп. 6.5.9, 6.5.10 в таблицу еще раз ($u=1, 2, i=2, j=9$).

6.5.11 Повернуть шпиндель ОДГ на угол минус α и провести контроль параметров по пп. 6.5.4, 6.5.6, 6.5.7 ($u=1, 2, i=2, j=1$).

6.5.12 Результаты всех измерений занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.2.

Определить дисперсию (D_u) составляющей основной погрешности и значение составляющей основной погрешности (γ_u) от изменения напряжения питания в интервале от 23 до 34 В, пользуясь формулами (6), (7) приложения Б.

6.6 Проведение испытаний на воздействие изменений температуры окружающей среды от минус 65 до 65 ^0C . Контроль значения случайной составляющей погрешности в интервале изменения температуры окружающей среды

6.6.1 Установить приспособление МКНИ.441558.307-01 в камеру тепла и холода. Подстыковать его к ОДГ 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.

6.6.2 Закрепить акселерометр за плоскость YOZ на приспособлении так, чтобы при горизонтальном положении приспособления ось X была направлена стрелкой вверх, а ось Y находилась в горизонтальной плоскости и направлена вдоль продольной оси приспособления.

Повернуть шпиндель оптической делительной головки на 90 градусов, при этом показания на лимбах ОДГ должны быть нулевыми.

Примечание – Начало системы координат 0 определяется как точка пересечения осей X, Y, Z и на корпусе акселерометра не гравируется.

6.6.3 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Установить с помощью вольтметра PV1 напряжение источника G1 ($27,0 \pm 0,1$) В. Подключить вольтметр PV1 к клеммам ВЫХОД и ОБЩ. ТОЧКА пульта П 060. Включить питание акселерометра и выдержать его во включенном состоянии в течение 5 мин для диапазона измерений $\pm 5,6 \text{ м/с}^2$ и в течение 1 мин для всех остальных диапазонов измерений.

6.6.4 Измерить выходное напряжение акселерометра. Измеренное напряжение должно быть в пределах ($3,0 \pm 0,3$) В. Выключить питание акселерометра.

6.6.5 Установить в камере температуру, равную минус 65 ^0C и выдержать в ней акселерометр в течение 1 ч в выключенном состоянии.

6.6.6 Отстыковать соединительный кабель СДАИ.685611.090 от пульта.

6.6.7 Состыковать кабель с пультом.

6.6.8 Включить питание акселерометра и выдержать его во включенном состоянии в течение 1 ч.

6.6.9 Повернуть шпиндель ОДГ на угол α (значение угла α см. в таблице 3) по часовой или против часовой стрелки так, чтобы выходное напряжение акселерометра уменьшилось.

Считать этот угол отрицательным. Измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij} ($j=1$).

6.6.10 Повернуть шпиндель ОДГ на угол плюс α и измерить выходное напряжение акселерометра U_{uij9} .

6.6.11 Выполнить операции по пп. 6.6.10, 6.6.11 еще 3 раза.

Примечание – Условное обозначение выходных напряжений U_{uij} расшифровывается как выходное напряжение при испытаниях на воздействие температуры окружающей среды t при u -м значении температуры, i -м цикле градуировки, j -й точке градуировки.

Результаты температурных испытаний для 1-й и 9-й точек ГХ занести в таблицу, выполненную по форме таблицы А.5.

6.6.12 Установить в камере температуру плюс 20 ^0C и выдержать в ней акселерометр в течение 1 ч. Включить питание и выдержать акселерометр включенным в течение 5 мин для диапазона измерений $\pm 5,6 \text{ м/с}^2$ и в течение 1 мин для всех остальных диапазонов измерений.

6.6.13 Выполнить операции пп. 6.6.10-6.6.12.

6.6.14 Установить в камере температуру плюс 65 $^{\circ}\text{C}$ ($u=2$) и выдержать в ней акселерометр в выключенном состоянии в течение 1 ч.

6.6.15 Подстыковать соединительный кабель к пульту.

6.6.16 Определить значение случайной составляющей дополнительной приведенной погрешности в интервале изменения температуры окружающей среды по формулам (13), (14) приложения Б.

Результаты испытания считать положительными, если значение случайной составляющей погрешности в интервале изменения температуры окружающей среды не более 0,2 % для акселерометров с диапазонами измерений $\pm 5,6$, $\pm 180 \text{ м/с}^2$, не более 0,5 % для акселерометра с диапазоном измерений $\pm 1400 \text{ м/с}^2$

6.7 Контроль основной погрешности

6.7.1 Определить значение основной погрешности γ_0 в процентах обработав результаты испытаний по формулам (1)-(7) Приложения Б.

6.7.2 Результаты испытаний считать положительными, если значение допускаемой основной погрешности не более 0,2 %.

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
Формы таблиц для регистрации результатов поверки

Таблица А.1 – Результаты контроля смещения нуля

Выходное напряжение, U_i , В			
$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$

Таблица А.2 – Результаты испытаний по определению влияния изменения напряжения питания

Измеряемое ускорение, X_j	Выходное напряжение, U_{uij} , В			
	$i=1$		$i=2$	
	34	23	34	23
U_{11j}	U_{21j}	U_{12j}	U_{22j}	
(X_1)				
(X_9)				

Таблица А.3 – Результаты определения градуировочной характеристики акселерометров с диапазонами измерений $-10+50$, от ± 22 до ± 1400 м/с 2 , от 0+270 до 0+2000 м/с 2

Порядковый номер точки градуировки, j	Задаваемое ускорение, X_{ii} , м/с 2	Выходное напряжение U_j^M и U_j^B , В	
		U_j^M	U_j^B
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Таблица А.4 – Результаты определения градуировочной характеристики акселерометра с диапазоном измерений от $\pm 5,6$ до ± 11 м/с 2

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	$\sin\alpha$		

Таблица А.5 – Результаты температурных испытаний

Порядковый номер значений темпера- туры, <i>u</i>	Измеряемое ускорение, <i>X_j</i>	Значение темпера- туры окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	Выходное напряжение <i>U_{tuij}</i> , В				R _{ИЗ} , МОМ
			<i>U_{tu1j}</i>	<i>U_{tu2j}</i>	<i>U_{tu3j}</i>	<i>U_{tu4j}</i>	
1	- $\sin\alpha$	-65					
	+\mathsin\alpha	-65					
2	- $\sin\alpha$	+65					
	+\mathsin\alpha	+65					
3	- $\sin\alpha$	+20					
	+\mathsin\alpha	+20					

Приложение Б

Таблица оперативной информации к обработке результатов испытаний

Содержание оперативной информации	Числовые значения, формулы, указания
1 Степень полинома	$l = 1, 2, 3$
2 Нормирующее значение выходного сигнала	$N = 6$
3 Коэффициент, учитывающий доверительную вероятность	$K = 2$
4 Суммарная дисперсия, обусловленная средствами градуировки	<p>для диапазона измерений $\pm 5,6$ и ± 11 м/с² в В²</p> $\sum_{p=1}^2 D_{\text{обр},p} = 2,88 \cdot 10^{-8} \cdot K_0^2 + 2 \cdot 10^{-7} \quad (1)$ <p>для остальных диапазонов измерений в В²</p> $\sum_{p=1}^2 D_{\text{обр},p} = 1,44 \cdot 10^{-8} \cdot K_0^2 + 0,56 \cdot 10^{-6} \quad (2)$
5 Указания по определению основной погрешности	<p>Рассчитать значение основной погрешности акселерометра</p> $\gamma_0^{\circ} = \frac{2}{N} \sqrt{D_u + D_u + \sum_{p=1}^2 D_{\text{обр},p}} \cdot 100 \quad (3)$ <p>Рассчитать значение дисперсии невоспроизводимости градуировочной характеристики (ГХ), В²</p> $D_u = \frac{\sum_{j=1}^9 (U_j^M - U_j)^2 + \sum_{j=1}^9 (U_j^B - U_j)^2}{18}, \quad (4)$ <p>Рассчитать и вывести на печать среднюю ГХ, В</p> $U_i = \frac{U_i^M + U_i^B}{2} \quad (5)$ <p>где U_j^B - среднее значение выходного напряжения для j-й точки градуировки при изменении выходного сигнала со стороны больших значений, В</p> <p>U_i^M - среднее значение выходного напряжения для j-й точки градуировки при изменении выходного сигнала со стороны меньших значений, В</p> <p>Рассчитать значение дисперсии от изменения напряжения питания, В²</p> $D_u = \sum_{i=1, j=1, 9}^{i=2} (U_{1ij} - U_{2ij})^2 / 4 \quad (6)$ <p>Рассчитать значение составляющей основной погрешности в интервале изменения питающего напряжения от 23 до 34 В, %</p> $\gamma_u^{\circ} = \frac{1}{N} \sqrt{D_u} \cdot 100 \quad (7)$
6 Указания по определению других характеристик	<p>Рассчитать значение смещения нуля акселерометра по формуле</p> $b_0 = \frac{\sum_{j=1}^4 U_{0j}}{4} \quad (8)$ <p>Рассчитать значение коэффициента преобразования акселерометра по формуле:</p> $K = \frac{\sum_{j=1}^2 (U_{j1} - U_{j9})}{2 \cdot 9,81294 \cdot \sin \alpha} \quad (9)$

Содержание оперативной информации	Числовые значения, формулы, указания
	<p>2 Рассчитать по формуле (10) ОСТ 92-4279-80 для диапазона измерений $\pm 5,6 \text{ м/с}^2$ коэффициенты полинома, аппроксимирующего ГХ. При этом, $a_0 = b_c$, $a_1 = k_0$, $a_2 = k_1$, $a_3 = k_2$, где b_c – справочное значение. Для акселерометра с диапазоном измерений $\pm 5,6 \text{ м/с}^2$ $X_j = 9,81294 \sin \alpha_j$</p> <p>3 Повторить операции п. 2 для диапазонов измерений $\pm 180^\circ$, $\pm 1400 \text{ м/с}^2$, при этом, значение измеряемого ускорения X_j определить по формулам</p> $X_{j(1-4)} = X_u (1 - \xi) \quad (10)$ $X_{j(6-9)} = X_u (1 + \xi), \quad (11)$ <p>где X_u – значение ускорения, воспроизведенного центрифугой</p> $\xi = \frac{1}{4} \left[\frac{U_9 + U_1 - 2U_5}{U_9 - U_1} + \frac{U_8 + U_2 - 2U_5}{U_8 - U_2} + \right. \\ \left. + \frac{U_7 + U_3 - 2U_5}{U_7 - U_3} + \frac{U_6 + U_4 - 2U_5}{U_6 - U_4} \right] \quad (12)$
7 Нормирующее значение выходного сигнала	$N = 6,2$
8 Коэффициент, учитывающий доверительную вероятность оценки случайной составляющей погрешности	$K = 2$
9 Предельное значение случайной оставляющей приведенной дополнительной погрешности в интервале изменения температуры окружающей среды	<p>Рассчитать значение случайной составляющей погрешности $\gamma_{(t)}$, %, по формуле</p> $\gamma_{(t)} = \frac{2}{N} \sqrt{[D(t, x)]_{\max}} \cdot 100 \quad (13)$ <p>где $[D(t, x)]_{\max}$ – максимальное значение дисперсии $D(t, x)_u$, в B^2, равной</p> $D(t, x)_u = \frac{\sum_{i=4}^4 (U_{tuij} - U_{tuj})^2}{3}, \quad (14)$ <p>где $U_{tuj} = \frac{\sum_{i=1}^4 U_{tuij}}{4}$, B</p>