

СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции поверки.....	5
2	Средства поверки	6
3	Требования безопасности.....	7
4	Условия поверки	7
5	Подготовка к проведению поверки.....	8
6	Проведение поверки.....	8
7	Оформление результатов поверки	20
ПРИЛОЖЕНИЕ А	ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТУРЫ.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	НАИМЕНОВАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ВНЕШНИХ ЦЕПЕЙ АППАРАТУРЫ	25
ПРИЛОЖЕНИЕ В	УСТАНОВКА ДАТЧИКОВ НА СТЕНДАХ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	УСТАНОВКА НУЛЕВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ДАТЧИКА RS400.050	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	УСТАНОВКА ДАТЧИКОВ НА ВИБРОСТЕНДЕ.....	32

Настоящая методика поверки устанавливает методику первичной и периодических поверок аппаратуры «Вибробит 400».

Периодическая поверка производится при эксплуатации аппаратуры, в период текущего или капитального ремонта контролируемого оборудования, один раз в два года.

Определение погрешности измерения вихретоковых измерителей относительного смещения, виброметров относительного виброперемещения, датчики которых установлены внутри действующего оборудования, допускается проводить один раз в четыре года, при условии проверки активного сопротивления и сопротивления изоляции обмотки датчика, определения неравномерности АЧХ в комплекте с датчиками, аналогичными установленным на оборудовании, с периодичностью два года.

Допускается поверка аппаратуры непосредственно на контролируемом оборудовании.

1 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2	Да	Да
3 Определение основной погрешности измерения, отклонения действительного значения коэффициента преобразования, нелинейности амплитудной характеристики	6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.4	Да	Да
4 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики виброметров виброскорости, виброперемещения и виброускорения	6.3.5 6.3.6	Да	Да
5 Проверка электрического сопротивления изоляции обмоток вихретоковых датчиков, изоляции пьезоэлектрических датчиков.	6.3.7	Да	Нет
6 Проверка активного сопротивления обмоток вихретоковых датчиков	6.3.8	Да	Нет

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2 6.3.2 6.3.3 6.3.5 6.3.6.2	1. Вибростенд: <ul style="list-style-type: none"> • Установка 2-го разряда по МИ 2070-90; • Частотный диапазон (2 – 2000) Гц. 2. Виброизмерительный канал: <ul style="list-style-type: none"> • Вибропреобразователь типа 8305 «Брюль и Кьер»; • Усилитель заряда типа 2635 «Брюль и Кьер». • Вольтметр переменного тока В7-78/1 кл.0,5
6.2 6.3.1 6.3.3	3. Индикаторы часового типа ИЧ10, ИЧ50 кл.1 ГОСТ 577-68. 4. Глубиномер микрометрический ГМ100 кл.1 ГОСТ 7470-92. 5. Стенды СП10 (ВШПА.421412.047), СП20 (ВШПА.421412.061).
6.2 6.3.4 6.3.6.1	6. Генератор сигналов RIGOL DG1022. 7. Приспособление СП50 (ВШПА.421412.164). 8. Нормализатор сигналов синхронизации SP400.001 (ВШПА.421412.470.010).
6.3.7 6.3.8	9. Мегаомметр Ф4102/1, М1101М кл.1,5. 10. Омметр кл.0,5 по ГОСТ 23706-93. 11. Блочная часть разъема SF1212/P6 с проводами, длиной не более 0,1 м.
6.2 6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.4 6.3.5 6.3.6	12. Источник стабилизированного напряжения постоянного тока: (24,0 ± 0,5) В, 200 мА. 13. Миллиамперметр постоянного тока (0-50) мА, кл.0,1.
6.3.6.1	14. Персональный компьютер: операционная система Windows XP или старше, сервисное программное обеспечение — ModuleConfigurator. 15. Универсальный кабель USB A – mini USB B, длиной не более 2,5 м.

-
- 2.2** Все используемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.
- 2.3** Работа с эталонными средствами измерений должна производиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.
- 2.4** Допускается применение иных средств и вспомогательного оборудования, обеспечивающих требуемые метрологические характеристики и диапазоны измерений.

3 Требования безопасности

Средства поверки, а также вспомогательное оборудование, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены.

4 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 до 80 %;
- атмосферное давление не установлено;
- напряжение питания преобразователей (24,0 ± 0,5) В;
- мощность источника питания не менее 10 Вт;
- уровень звукового давления не более 65 дБ;
- сопротивление нагрузки унифицированного сигнала (500 ± 5) Ом;
- уровни внешних электрических и магнитных полей, а также воздействие вибрации в месте установки измерительных приборов, согласующих и измерительных средств не должны превышать норм, установленных нормативными документами на них.
- заводские номера датчиков и измерительных преобразователей должны быть одинаковыми;
- поверка производится:
 - вихретоковых измерителей смещения на стендах СП10, СП20 с индикаторами часового типа ИЧ10, ИЧ50, в соответствии с рисунками В.1 – В.3 или непосредственно на контролируемом оборудовании.
 - датчиков виброскорости, виброперемещения и виброускорения на вибростенде, в соответствии с рисунками Д.1, Д.2;
 - вихретоковых измерителей оборотов на приспособлении СП50 с генератором DG1022, в соответствии с рисунком В.4;
- марка металла и размеры контрольного образца стенда СП10, СП20 должны быть идентичны стенду калибровки и контрольной поверхности контролируемого оборудования.
- базовая частота поверки датчиков вибрации согласно техническим характеристикам указанным в таблицах А.4 – А.6.

5 Подготовка к проведению поверки

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- выдержать проверяемые узлы аппаратуры в условиях окружающей среды, указанных в п.4, не менее 1 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.4;
- соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- средства поверки предусматривающие питание от сети переменного тока 220 В, 50 Гц необходимо включить и дать им прогреться в течение времени, указанного в технической документации на них.

Поверка основных параметров и метрологических характеристик проводятся по истечении времени готовности аппаратуры, которое составляет не более 3мин.

6 Проведение поверки

Поверка проводится по общей электрической схеме подключения в соответствии с рисунком 1. Электрическая схема для каждой операции поверки собирается только из тех узлов, которые перечислены в описании к выполняемой операции.

Подключение цифрового преобразователя к персональному компьютеру осуществляется с помощью универсального кабеля USB A — mini USB B.

При проведении операций поверки необходимо вести протокол записи результатов измерений (протокол поверки). Протокол допускается вести по произвольной форме.

6.1 Внешний осмотр

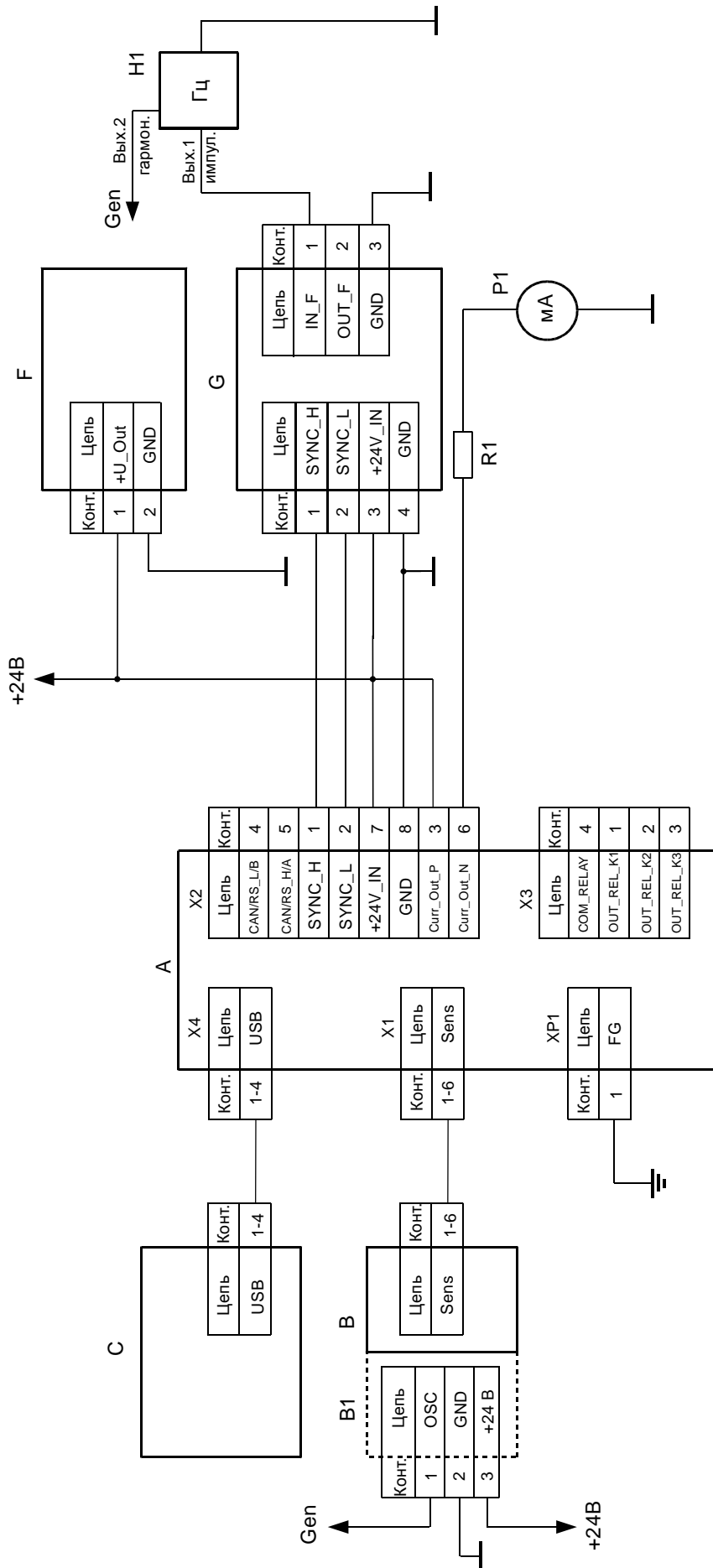
При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- комплектность и чистота проверяемого датчика, преобразователя;
- наличие маркировки;
- отсутствие повреждений корпуса, разъемов (клеммников).

6.2 Опробование

Для опробования необходимо выполнить следующие операции:

- 1) Подготовить к опробованию узлы: датчик (B), измерительный преобразователь (A), миллиамперметр (P1), источник питания 24 В (F).
- 2) Собрать электрическую схему поверки, в соответствии с рисунком 1.
- 3) Установить проверяемый узел на стенде, приспособлении.
- 4) Включить источник питания и, создавая на стенде изменение параметра, опробовать работу проверяемого узла.



А — измерительный преобразователь; В — датчик / В1 — приспособление СП50; С — персональный компьютер; F — источник питания; G — нормализатор сигналов синхронизации SP400.001; P1 — миллиамперметр постоянного тока 0-50 мА, кл. 0,1; H1 — генератор сигналов 2-х канальный; R1 — резистор (500±5) Ом 0,5 Вт.

Рисунок 1

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение основной приведенной погрешности измерения, нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента преобразования от номинального значения измерителей смещений

- 1) Подготовить к поверке узлы: датчик (В), измерительный преобразователь (А), источник питания 24 В (F), миллиамперметр (P1), резистор (500±5) Ом 0,5 Вт (R1).
- 2) Собрать электрическую схему поверки, в соответствии с рисунком 1.
- 3) Установить на стенде значение параметра равное нулю.

Нулевым значением параметра является:

- для датчиков ES400 – нулевой зазор в соответствии с таблицей А.2;
 - для датчиков DS400 – середина контрольной поверхности ("пояска") установлена слева от нуля, нанесенного на корпусе датчика, на расстоянии 0,5 диапазона измерения, в соответствии с рисунком В.2;
 - для датчиков RS400 – нулевое положение штока датчика (середина отметки ноль на шкале штока совмещена с плоскостью боковой поверхности датчика), в соответствии с рисунком Г.1.
- 4) На стенде (датчике RS400) установить ряд значений смещений равный: 0,0; 12,5; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерения, а по цифровому индикатору и унифицированному токовому выходу преобразователя контролировать значения измеряемого параметра.
 - 5) Определить основную приведенную погрешность измерения по цифровому индикатору по формуле:

$$\delta_{ip} = \frac{S_p - S_i}{S_D} \cdot 100 \% , \quad (1)$$

где S_p – значение параметра по цифровому индикатору преобразователя, мм;

S_i – значение параметра по стенду, мм;

S_D – диапазон измерения параметра, мм;

- 6) Определить пределы основной приведенной погрешности измерения по цифровому индикатору при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\delta_{pG} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ЭГ}}^2 + \delta_{ipMax}^2} , \% \quad (2)$$

где $\delta_{\text{ЭГ}}$ - доверительная погрешность индикатора часового типа или микрометрического глубиномера используемого в составе стенда;

δ_{ipMax} - максимальное значение основной приведенной погрешности измерения по цифровому индикатору рассчитанной по формуле (1) для ряда значений смещений указанных в пункте 4.

- 7) Определить основную приведенную погрешность измерения по унифицированному токовому выходу по формуле:

$$\delta_{iy} = \frac{I_i - I_0 - S_i}{K_n \cdot S_D} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где I_i - выходной сигнал по миллиамперметру для значения S_i , мА;

I_0 - начальное значение выходного сигнала (4 мА);

K_n - номинальное значение коэффициента преобразования, мА/мм.

Номинальное значение коэффициента преобразования при выходном сигнале (4 – 20) мА определяется по формуле:

$$K_n = \frac{16}{S_D}, \text{ мА/мм} \quad (4)$$

8) Определить пределы основной приведенной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\delta_{yG} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{ЭГ}^2 + \delta_{iyMax}^2 + \delta_{ma}^2}, \% \quad (5)$$

где δ_{ma} - доверительная погрешность измерения миллиамперметра.

δ_{iyMax} - максимальное значение основной приведенной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу рассчитанной по формуле (3) для ряда значений смещений указанных в пункте 4.

9) Определить действительное значение коэффициента преобразования по унифицированному токовому выходу для ряда значений смещений указанных в пункте 4 поверки, кроме случая нулевого значения параметра, при котором коэффициент преобразования не рассчитывается. Действительное значение коэффициента преобразования при i -том значении параметра определяется по формуле (6).

$$K_i = \frac{I_i - I_0}{S_i}, \text{ мА/мм} \quad (6)$$

10) Определить среднее значение коэффициента преобразования по формуле:

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \text{ мА/мм} \quad (7)$$

где n - число измерений.

11) Определить нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу по формуле:

$$\delta_\alpha = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100 \% \quad (8)$$

12) Определить отклонение коэффициента преобразования от номинального значения для унифицированного токового выхода по формуле:

$$\delta_k = \frac{K_g - K_n}{K_n} \cdot 100 \% \quad (9)$$

где K_g - коэффициент преобразования измерителя смещения, определенный при значении

параметра равном $0,75 S_D$, мм

Пределы погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения не должны превышать значений, указанных в таблицах А.1 и А.8.

6.3.2 Определение основной относительной погрешности измерения, нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента преобразования от номинального значения виброметров виброскорости и виброускорения

- 1) Подготовить к поверке узлы: датчик (В), измерительный преобразователь (А), источник питания 24 В (F), миллиамперметр (P1), резистор (500±5) Ом 0,5 Вт (R1).
- 2) Собрать электрическую схему поверки, в соответствии с рисунком 1.
- 3) На вибростенде установить ряд значений виброскорости (виброускорения) на базовой частоте, равный 2,0; 12,5; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерения (верхней границы диапазона измерения), а по цифровому индикатору и унифицированному токовому выходу преобразователя контролировать значения измеряемого параметра.
- 4) Определить основную относительную погрешность измерения по цифровому индикатору по формуле:

$$\delta_{ip} = \frac{V_p - V_i}{V_i} \cdot 100\% \quad (10)$$

где V_p – значение виброскорости, виброускорения (параметра) по цифровому индикатору преобразователя, мм/с (м/с²);

V_i – значение виброскорости, виброускорения (параметра) по стенду или рабочему эталону 1-го

разряда, мм/с (м/с²);

- 5) Определить границы основной относительной погрешности измерения по цифровому индикатору при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\delta_{pG} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ЭТ}}^2 + \delta_{ipMax}^2}, \% \quad (11)$$

где $\delta_{\text{ЭТ}}$ - доверительная погрешность стенда или рабочего эталона;

δ_{ipMax} - максимальное значение основной относительной погрешности измерения по цифровому индикатору рассчитанной по формуле (10) для ряда значений уровня вибрации указанных в пункте 3.

- 6) Определить основную относительную погрешность измерения по унифицированному токовому выходу по формуле:

$$\delta_{iy} = \frac{I_i - I_0}{K_n} - V_i \cdot 100\% \quad (12)$$

где I_i - выходной сигнал по миллиамперметру для значения V_i , мА;

I_0 - начальное значение выходного сигнала (4 мА);

K_n - номинальное значение коэффициента преобразования, мА/(мм/с) (мА/(м/с²)).

Номинальное значение коэффициента преобразования при выходном сигнале (4 – 20) мА определяется по формуле:

$$K_n = \frac{16}{V_D}, \text{ mA/(mm/c)} \quad (\text{mA/(m/c}^2)) \quad (13)$$

где V_D – диапазон измерения параметра (верхняя границы диапазона), мм/с (м/с²);

- 13) Определить границы основной относительной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\delta_{yG} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\Delta T}^2 + \delta_{iyMax}^2 + \delta_{ma}^2}, \% \quad (14)$$

где δ_{ma} - доверительная погрешность измерения миллиамперметра.

δ_{iyMax} - максимальное значение основной относительной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу рассчитанной по формуле (12) для ряда значений уровня вибрации указанных в пункте 3.

- 7) Определить действительное значение коэффициента преобразования по унифицированному токовому выходу для ряда значений виброскорости (виброускорения) указанных в пункте 3 поверки. Действительное значение коэффициента преобразования при i-том значении параметра определяется по формуле (15).

$$K_i = \frac{I_i - I_0}{V_i}, \text{ mA/(mm/c)} \quad (\text{mA/(m/c}^2)) \quad (15)$$

- 8) Среднее значение коэффициента преобразования, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения по унифицированному токовому выходу определяются по формулам (7) - (9).

Границы погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения не должны превышать значений, указанных в таблицах А.5, А.6 и А.8.

6.3.3 Определение основной погрешности измерения смещения, виброперемещения, нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента преобразования от номинального значения виброметров виброперемещения

- 1) **Определение основной приведенной погрешности измерения смещений** для виброметров с вихретоковыми датчиками производится по методике, изложенной в пункте 6.3.1, с установленным режимом отображения и вывода измеренных значений смещения на цифровой индикатор и унифицированный токовый выход преобразователя. Необходимый режим отображения и вывода измеренных значений включить по диагностическому интерфейсу USB с использованием сервисного ПО и персонального компьютера (С) рисунок 1.

Допускается контроль измеряемых смещений выполнять непосредственным считыванием значений с измерительного преобразователя по диагностическому интерфейсу USB.

Пределы погрешности измерения смещения при доверительной вероятности 0,95 не должны превышать значений, указанных в таблице А.4.

- 2) **Определение основной относительной погрешности измерения относительного виброперемещения**, нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента

преобразования от номинального значения проводят на вибростенде, на базовой частоте, при смещении 1 мм для датчиков ES400.010 и смещении 2 мм для для датчиков ES400.016.

Методика выполнения поверки изложена в пункте 6.3.2, где параметром является размах (двойная амплитуда) виброперемещения в мкм.

Определение погрешности измерения виброперемещения в пределах рабочего диапазона смещений производят при значениях смещения датчика ES400.010 равном 0,3; 0,7; 1,3; 1,7 мм и значениях смещения датчика ES400.016 равном 0,6; 1,4; 2,6; 3,4 мм.

- 3) **Определение основной относительной погрешности измерения абсолютного виброперемещения**, нелинейности амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения проводят на вибростенде, на базовой частоте.

Методика выполнения поверки изложена в пункте 6.3.2, где параметром является размах (двойная амплитуда) виброперемещения в мкм.

Границы погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения не должны превышать значений, указанных в таблицах А.4 и А.8.

6.3.4 Определение основной погрешности измерения частоты вращения, нелинейности амплитудной характеристики и отклонения коэффициента преобразования от номинального значения измерителей частоты вращения ротора.

- 1) Подготовить к поверке узлы: датчик (В), измерительный преобразователь (А), источник питания 24 В (F), миллиамперметр (P1), резистор (500±5) Ом 0,5 Вт (R1), приспособление СП50 (В1), генератор сигналов (Н1).
- 2) Собрать электрическую схему поверки, в соответствии с рисунком 1.
- 3) На выходе 2 генератора установить сигнал с амплитудой прямоугольных импульсов +1 В («меандр») и частотой равной 12,5 % диапазона измерения. Частота генератора определяется по формуле:

$$F_{Гц} = \frac{F_{об} \cdot n}{60}, \text{ Гц} \quad (16)$$

где $F_{Гц}$ – значение частоты генератора, Гц;

$F_{об}$ – значение частоты вращения ротора, об/мин;

n – количество зубьев шестерни, в случае паза $n = 1$;

Датчик установить в приспособление СП50, в соответствии с рисунком В.4, и перемещая его вдоль оси добиться устойчивых показаний на цифровом индикаторе преобразователя DT400.010.

Закрепить датчик стопорным винтом. Показание цифрового индикатора преобразователя должно совпадать с частотой генератора в пересчете на об/мин, согласно формуле (16).

- 4) На генераторе установить ряд значений частоты колебаний равный 2,0; 12,5; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерения, а по цифровому индикатору и унифицированному токовому выходу преобразователя контролировать значения измеряемого параметра. Значения частоты для установки на генераторе определяется по формуле (16).
- 5) Определить основную абсолютную погрешность измерения частоты вращения по цифровому индикатору по формуле:

$$\delta_{ip} = F_p - \frac{F_i \cdot 60}{n}, \text{ об/мин} \quad (17)$$

где F_p – значение частоты (параметра) по цифровому индикатору преобразователя, об/мин;

F_i – значение частоты (параметра) по генератору, Гц;

n – количество зубьев шестерни, в случае паза $n = 1$;

- 6) Определить пределы основной абсолютной погрешности измерения по цифровому индикатору при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\delta_{pG} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ЭГ}}^2 + \delta_{ipMax}^2}, \text{ об/мин} \quad (18)$$

где $\delta_{\text{ЭГ}}$ – доверительная погрешность установки частоты генератора.

δ_{ipMax} – максимальное значение основной абсолютной погрешности измерения по цифровому индикатору рассчитанной по формуле (17) для ряда значений частот генератора указанных в пункте 4.

- 7) Определить основную относительную погрешность измерения частоты вращения по унифицированному токовому выходу по формуле:

$$\delta_{iy} = \left(\frac{(I_i - I_0) \cdot n}{K_n \cdot F_i \cdot 60} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (19)$$

где I_i – выходной сигнал по миллиамперметру для значения F_i , мА;

I_0 – начальное значение выходного сигнала (4 мА);

K_n – номинальное значение коэффициента преобразования, мА/(об/мин).

Номинальное значение коэффициента преобразования при выходном сигнале (4 – 20) мА определяется по формуле:

$$K_n = \frac{16}{F_D}, \text{ мА/(об/мин)} \quad (20)$$

где F_D – диапазон измерения частоты вращения, об/мин;

- 8) Определить пределы основной относительной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу при доверительной вероятности 0,95 по формуле:

$$\delta_{yG} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ЭГ}}^2 + \delta_{iyMax}^2 + \delta_{ma}^2}, \% \quad (21)$$

где δ_{ma} – доверительная погрешность измерения миллиамперметра.

δ_{iyMax} – максимальное значение основной относительной погрешности измерения по унифицированному токовому выходу рассчитанной по формуле (19) для ряда значений частот генератора указанных в пункте 4.

- 9) Определить действительное значение коэффициента преобразования по унифицированному токовому выходу для ряда значений частот генератора указанных в пункте 4 поверки. Действительное значение коэффициента преобразования при i -том значении параметра определяется по формуле (22).

$$K_i = \frac{(I_i - I_0) \cdot n}{F_i \cdot 60}, \text{ мА/(об/мин)} \quad (22)$$

10) Среднее значение коэффициента преобразования, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения по унифицированному токовому выходу определяются по формулам (7) - (9).

Пределы погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95, нелинейность амплитудной характеристики и отклонение коэффициента преобразования от номинального значения не должны превышать значений, указанных в таблицах А.7 и А.8.

6.3.5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики виброметров виброускорения и абсолютного виброперемещения.

- 1) Подготовить к поверке узлы: датчик (В), измерительный преобразователь (А), источник питания 24 В (F), миллиамперметр (P1), резистор (500 ± 5) Ом 0,5 Вт (R1).
- 2) Собрать электрическую схему поверки, в соответствии с рисунком 1.
- 3) Установить датчик на вибростенде, воспроизвести колебания с частотой и амплитудой СКЗ (размахом) в соответствии с таблицей 3. По цифровому индикатору и унифицированному токовому выходу преобразователя контролировать значения измеряемого параметра и занести их в таблицу 3.

Таблица 3

Частота колебаний вибростенда, Гц **	2	3,15	5	10	20	40	80	160	315	500	630	800	1000	2000
Значение СКЗ виброускорения по стенду, мм/с *	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Значение СКЗ виброускорения - по цифровому индикатору преобразователя, мм/с														
- по унифицированному токовому выходу, мА														
Значение виброперемещения по стенду, мкм *	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25				
Значение виброперемещения - по цифровому индикатору преобразователя, мкм														
- по унифицированному токовому выходу, мА														
Значение виброускорения по стенду, м/с ² *	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Значение виброускорения - по цифровому индикатору преобразователя, м/с ²														
- по унифицированному токовому выходу, мА														
* Допускается установка других значений в зависимости от технических характеристик вибростенда.														
** Значения частот колебаний вибростенда выбираются исходя из диапазона частот измерения изделия.														

- 4) Неравномерность АЧХ по цифровому индикатору преобразователя определяется по формуле (23), а по унифицированному токовому выходу по формуле (24):

$$\delta_{ipf} = \frac{V_i - V_{\bar{6}}}{V_{\bar{6}}} \cdot 100\% \quad (23)$$

$$\delta_{iyf} = \frac{I_i - I_{\bar{6}}}{I_{\bar{6}} - I_0} \cdot 100\% \quad (24)$$

где V_i - значение виброскорости (виброперемещения, виброускорения) по цифровому индикатору преобразователя;

$V_{\bar{6}}$ - значение виброскорости (виброперемещения, виброускорения) по цифровому индикатору преобразователя на базовой частоте.

I_i - выходной сигнал по миллиамперметру, мА;

I_0 - начальное значение выходного сигнала (4 мА);

$I_{\bar{6}}$ - выходной сигнал по миллиамперметру на базовой частоте, мА

В случае, если вибростенд не обеспечивает задание амплитуды виброскорости, виброускорения или виброперемещения на высоких или низких частотах, допускается задавать другие значения, а расчет значения параметра по цифровому индикатору преобразователя выполнять по формуле (25), расчет тока по унифицированному токовому выходу выполнять по формуле (26):

$$V_{iR} = \frac{V_{e\bar{6}}}{V_{ef}} \cdot V_i, \text{ мм/с (мкм, м/с}^2) \quad (25)$$

$$I_{iR} = \frac{V_{e\bar{6}}}{V_{ef}} \cdot I_i, \text{ мА} \quad (26)$$

где $V_{e\bar{6}}$ - значение СКЗ виброскорости (виброперемещения, виброускорения) по стенду на базовой частоте;

V_{ef} - значение СКЗ виброскорости (виброперемещения, виброускорения) по стенду на текущей частоте.

Максимальное значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики не должно превышать значений, указанных в таблицах А.4 — А.6.

6.3.6 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) виброметров относительного виброперемещения

Определение неравномерности АЧХ виброметров относительного виброперемещения допускается выполнять в комплекте с датчиками, аналогичными установленным на оборудовании. Длина кабеля датчика при этом должна совпадать с длиной кабеля датчика установленного на оборудовании.

6.3.6.1 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) виброметров относительного виброперемещения на приспособлении СП50 в частотном диапазоне (0,05 — 160) Гц.

- 1) Подготовить к поверке узлы: датчик (В), измерительный преобразователь (А), персональный компьютер (ПК) (С), источник питания 24 В (F), миллиамперметр (P1), резистор (500±5) Ом 0,5 Вт (R1), приспособление СП50 (B1), нормализатор сигналов синхронизации SP400.001 (G), генератор сигналов (H1).
- 2) Собрать электрическую схему поверки, в соответствии с рисунком 1.
- 3) Установить датчик на приспособлении СП50, в соответствии с рисунком В.4.
- 4) Включить режим отображения и вывода измеренных значений смещения на цифровой индикатор. Необходимый режим отображения и вывода измеренных значений включить по диагностическому интерфейсу USB с использованием сервисного ПО и персонального компьютера (С) рисунок 1.

- 5) Контролируя величину зазора по цифровому индикатору преобразователя, и перемещая датчик в приспособлении, установить значение смещения соответствующее 1 мм для датчика ES400.010 или 2 мм для датчика ES400.016. Зафиксировать положение датчика в приспособлении СП50 стопорным винтом.
- 6) Включить режимом отображения и вывода измеренных значений виброперемещения на цифровой индикатор. Режим установить согласно методике пункта 4.
- 7) Выполнить необходимую настройку генератора для обеспечения формирования импульсного сигнала синхронизации стандарта ТТЛ на выходе 1, с частотой и фазой соответствующей гармоническому сигналу на выходе 2.
- 8) На базовой частоте установить амплитуду гармонического сигнала на выходе 2 генератора, соответствующую 0,8 предела диапазона измерения преобразователя. Не изменяя амплитуду сигнала генератора, установить ряд значений частот в соответствии с таблицей 4, а по цифровому индикатору и унифицированному токовому выходу преобразователя контролировать значения измеряемого параметра, занести их в таблицу 4.

Таблица 4

Частота колебаний, Гц *	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	1	2	3,15	5	10	16	30	40	80	120	160
Значение виброперемещения																
- по цифровому индикатору преобразователя, мкм																
- по унифицированному токовому выходу, мА																
* Значения частот колебаний выбираются исходя из диапазона частот измерения изделия.																

Неравномерность АЧХ по цифровому индикатору преобразователя определяется по формуле (23), а по унифицированному токовому выходу по формуле (24).

6.3.6.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) виброметров относительного виброперемещения на вибростенде в частотном диапазоне (2 — 500) Гц.

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) виброметров относительного виброперемещения проводят на вибростенде, при смещении 1 мм для датчиков ES400.010 и смещении 2 мм для датчиков ES400.016 по методике изложенной в пункте 6.3.5.

Максимальное значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики не должно превышать значений, указанных в таблице А.4.

6.3.7 Проверка электрического сопротивления изоляции обмоток вихретоковых датчиков, изоляции пьезоэлектрических датчиков

Измерение сопротивления изоляции датчиков проводят с использованием блочной части разъема с проводами.

Назначение цепей датчиков указано в таблицах Б2 - Б5.

Электрическое сопротивление изоляции обмоток вихретоковых датчиков измеряют мегаомметром, с напряжением не более 500 В, относительно корпуса датчика. Мегаомметр подключают к обмоткам датчика на разъеме.

Электрическое сопротивление изоляции пьезоэлектрических датчиков измеряют мегаомметром, с напряжением не более 500 В, относительно корпуса датчика.

Минимальное значение сопротивления изоляции обмоток вихретоковых датчиков относительно корпуса должно быть не менее 1,0 МОм.

Минимальное значение сопротивление изоляции пьезоэлектрических датчиков относительно корпуса должно быть не менее 100,0 МОм.

6.3.8 Проверка активного сопротивления обмоток вихретоковых датчиков

Измерение сопротивления проводят с использованием блочной части разъема с проводами.

Назначение цепей датчиков указано в таблицах Б2 - Б5.

Активное сопротивление обмоток вихретоковых датчиков измеряют омметром на разъёме датчика.

Активное сопротивление не должно превышать значений указанных в таблице А.9.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Изделия аппаратуры прошедшие поверку с положительными результатами, признают годным к эксплуатации.

7.2 Положительные результаты поверки заносятся в паспорт или формуляр и оформляются свидетельством о поверке.

Приложение А
(обязательное)
Основные метрологические и технические характеристики аппаратуры

Таблица А.1 - Измерители смещений с вихретоковыми датчиками

Наименование параметра	Норма	
	DT400.010 с датчиками ES400 и RS400	DT400.010 с датчиками DS400
Диапазоны измерения и сигнализации смещений (S), мм (от и до включ.)	См. табл. А.2	См. табл. А.3
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95, % - по цифровому индикатору - по унифицированному токовому выходу	± 2,5	
	± 3,0	
Нелинейность амплитудой характеристики по унифицированному токовому выходу, %	См. табл. А.2	См. табл. А.3

Таблица А.2 - Диапазоны измерения датчиков ES400 и RS400 с преобразователем DT400.010

Тип датчика	Нулевой зазор, мм	Диапазон измерения смещения, мм (от и до включ.)	Предел нелинейности амплитудной характеристики, %
ES400.010	0,5 ± 0,1	0 – 2	± 2,0
ES400.016	1,0 ± 0,1	0 – 4	± 2,0
ES400.027	0,5 ± 0,1	0 – 4	± 2,0
RS400.050	–	0 – 10; 0 – 100; 0 – 160; 0 – 360	± 3,0

Таблица А.3 - Диапазоны измерения датчиков DS400 с преобразователем DT400.010

Тип датчика	Диапазон измерения смещения (от и до включ.), мм при ширине "пояска" ("гребня") в мм									Предел нелинейности амплитудной характеристики, %
	80	65	55	40	35	30	25	20	10	
DS400.020	–	–	–	0 – 16	0 – 20	0 – 20	0 – 25	0 – 30	0 – 40	± 2,0
DS400.030		0 – 8	0 – 15	0 – 30	0 – 35	0 – 40	0 – 45	0 – 50	–	± 2,0
DS400.050	0 – 20	0 – 25	0 – 10	–	–	–	–	–	–	± 2,0

Примечания
1 Величина установочного зазора между датчиком DS400 и "пояском" составляет (1,5 ± 0,2) мм.
2 Для "пояска" 10 мм зазор – 1,0 мм.

Таблица А.4 - Виброметры виброперемещения с вихретоковыми и пьезоэлектрическими датчиками

Наименование параметра	Норма		
	DT400.010 с датчиками ES400	DT400.010 с датчиками PS400	DT400.010 с датчиками IPS400
Диапазон измерения и сигнализации смещения (от и до включ.), (S), мм - с датчиками ES400.010 - с датчиками ES400.016	0 – 2,0	–	–
	0 – 4,0		
Диапазоны измерения и сигнализации размаха виброперемещения (от и до включ.), (Sr), мкм:	10 - 500 20 - 1000 ¹⁾	10 - 500 20 - 1000 ¹⁾	10 - 500 20 - 1000 ¹⁾
Диапазон частот измерения, Гц: - размаха виброперемещения - оборотных составляющих размаха виброперемещения	5 – 500 ¹⁾	2 – 200 5 – 500 ¹⁾	2 – 200 5 – 500 ¹⁾
	0,05 – 160 ¹⁾	–	–
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения смещения, %: - по цифровому индикатору - по унифицированному токовому выходу	± 2,5	–	–
	± 3,0	–	–
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте (при смещении 1 мм для датчиков ES400.010, и смещении 2 мм для датчиков ES400.016), %: - по цифровому индикатору - по унифицированному токовому выходу	± 3,0	± 2,5	± 2,5
	± 3,5	± 3,0	± 3,0
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте в пределах рабочего диапазона смещений (S): от 0,3 до 1,7 мм для датчиков ES400.010; от 0,6 до 3,4 для датчиков ES400.016, %, не более: - по цифровому индикатору - по унифицированному токовому выходу	± 4,0	–	–
	± 4,5	–	–
Нелинейность амплитудной характеристики размаха виброперемещения на базовой частоте по унифицированному токовому выходу (при смещении 1 мм для датчиков ES400.010, и смещении 2 мм для датчиков ES400.016), %	± 3,0	± 2,0	± 2,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот, %: - (2 – 20) Гц; (5 – 20) Гц - (20 – 200) Гц; (20 – 500) Гц - (0,05 – 160) Гц (для оборотных составляющих)	+2,5; -10,0;	+2,5; -10,0;	+2,5; -10,0;
	± 2,5	± 2,5	± 2,5
	± 2,5	–	–
Базовая частота измерений, Гц	40 ²⁾		
¹⁾ Допускается изготовление с другими диапазонами по требованию заказчика.			
²⁾ Допускается изготовление с другим значением базовой частоты по требованию заказчика.			

Таблица А.5 - Виброметры виброскорости с пьезоэлектрическими датчиками

Наименование параметра	Норма	
	DT400.010 с датчиками PS400	DT400.010 с датчиками IPS400
Диапазоны измерения и сигнализации СКЗ виброскорости (V) (от и до включ.), мм/с: ¹⁾	0,3 – 16,0; 0,6 – 32,0 ²⁾	0,3 – 16,0; 0,6 – 32,0 ²⁾
Диапазон частот измерения, Гц: - СКЗ виброскорости	2 – 1000 10 – 1000 ²⁾	2 – 1000 10 – 1000 ²⁾
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте, %: - по цифровому индикатору - по унифицированному токовому выходу	± 2,5	± 2,5
	± 3,0	± 3,0
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	± 1,0	± 1,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот, %: - (2 – 5) Гц; (10 – 20) Гц - (5 – 500) Гц; (20 – 500) Гц - (500 – 1000) Гц	+2,5; -10,0;	+2,5; -10,0;
	± 2,5	± 2,5
	+2,5; -10,0	+2,5; -10,0
Базовая частота измерений, Гц	80 ³⁾	
¹⁾ Диапазон измерения с нормированными метрологическими характеристиками. Фактический диапазон измерения от 0,1 мм/с. ²⁾ Допускается изготовление с другими диапазонами по требованию заказчика. ³⁾ Допускается изготовление с другим значением базовой частоты по требованию заказчика.		

Таблица А.6 - Виброметры виброускорения с пьезоэлектрическими датчиками

Наименование параметра	Норма	
	DT400.010 с датчиками PS400	DT400.010 с датчиками IPS400
Диапазоны измерения и сигнализации СКЗ виброускорения (V) (от и до включ.), м/с ² : ¹⁾	0,2 – 10,0; 0,3 – 16,0 ²⁾	0,2 – 10,0; 0,3 – 16,0 ²⁾
Диапазон частот измерения, Гц: - СКЗ виброускорения	2 – 2000 10 – 2000 ²⁾	2 – 2000 10 – 2000 ²⁾
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения при доверительной вероятности 0,95 на базовой частоте, %: - по цифровому индикатору - по унифицированному токовому выходу	± 2,5	± 2,5
	± 3,0	± 3,0
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу на базовой частоте, %	± 1,0	± 1,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот, %: - (2 – 5) Гц; (10 – 20) Гц - (5 – 500) Гц; (20 – 500) Гц - (500 – 2000) Гц	+2,5; -10,0;	+2,5; -10,0;
	± 2,5	± 2,5
	+2,5; -10,0	+2,5; -10,0
Базовая частота измерений, Гц	80 ³⁾	
¹⁾ Диапазон измерения с нормированными метрологическими характеристиками. Фактический диапазон измерения от 0,1 м/с ²		

- 2) Допускается изготовление с другими диапазонами по требованию заказчика.
- 3) Допускается изготовление с другим значением базовой частоты по требованию заказчика.

Таблица А.7 - Измерители скорости вращения с вихретоковыми датчиками

Наименование параметра	Норма	
	DT400.010 с датчиками ES400.010	DT400.010 с датчиками ES400.016
Диапазоны измерения и сигнализации оборотов ротора, об/мин	1 – 12 000	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения оборотов ротора по цифровому индикатору в диапазоне температур при доверительной вероятности 0,95, не более, об/мин:	±1,0	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения оборотов ротора по унифицированному токовому выходу в диапазоне температур при доверительной вероятности 0,95, не более, %:	±1,0	
Нелинейность амплитудной характеристики по унифицированному токовому выходу, %	± 1,0	

Таблица А.8 - Параметры унифицированного токового выхода измерительного преобразователя DT400.010.

Наименование параметра	Норма
Диапазон выходного сигнала по току для измерительных преобразователей с кодом «I20» (от и до включ.), мА	4 – 20 ¹⁾
Номинальное значение коэффициента преобразования (Kп), мА / (ед. величины параметра):	16/D ²⁾
Пределы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального, %	±2,0 ³⁾
¹⁾ Допускается изготовление с другими диапазонами по требованию заказчика. ²⁾ Величина D – диапазон измерения параметра. ³⁾ Для измерителей параметров вибрации приведенное значение нормировано на базовой частоте.	

Таблица А.9 - Значения активного сопротивления обмоток вихретоковых датчиков

Тип датчика	Активное сопротивление, Ом	
	Обмотка возбуждения	Обмотка сигнальная
ES400.010	$(0,900+0,084 \cdot l^*) \pm 0,100$	–
ES400.016, ES400.027	$(0,710+0,084 \cdot l) \pm 0,100$	–
RS400.050	$(0,900+0,084 \cdot l) \pm 0,100$	–
DS400.020	$(1,400+0,084 \cdot l) \pm 0,200$	$(3,800+0,190 \cdot l) \pm 0,800$
DS400.030	$(1,500+0,084 \cdot l) \pm 0,300$	$(5,000+0,190 \cdot l) \pm 1,000$
DS400.050	$(1,900+0,084 \cdot l) \pm 0,300$	$(4,900+0,190 \cdot l) \pm 1,000$
*l – длина кабеля датчиков, м.		

Приложение Б
(обязательное)

Наименование и назначение внешних цепей аппаратуры

Таблица Б.1 - Измерительный преобразователь DT400.010

Поз. обозначение разъема	Конт.	Цепь	Описание	
X1	1	Sens_in_1	Сигнальные линии датчика (назначение цепей зависит от типа подключаемого датчика)	
	2	Sens_in_2		
	3	Sens_in_3		
	4	Sens_in_4		
	5	Sens_1_Wire	Линия цифрового интерфейса 1-Wire датчика	
	6	GND_A	Общий для датчика	
X2	1	SYNC_H	Дифференциальная линия синхронизации	
	2	SYNC_L		
	3	Curr_Out_P	+	Линии унифицированного токового выхода
	6	Curr_Out_N	-	
	4	CAN/RS_L/B	Дифференциальная линия интерфейса CAN2.0 В / интерфейса RS485 (в зависимости от исполнения)	
	5	CAN/RS_H/A		
	7	+24V_IN	+	Вход питания (18 — 36) В
	8	GND	-	
X3	1	COM_RELAY	Общий для выходов оптореле	
	2	OUT_REL_K1	Выходы оптореле - NO (исходное состояние - разомкнутые)	
	3	OUT_REL_K2		
	4	OUT_REL_K3		
X4	1 - 4	USB	Разъем диагностического интерфейса (назначение контактов соответствует спецификации стандартизированного интерфейса USB)	
XP1	1	FG	Клемма заземления на DIN - рейку	

Таблица Б.2 – Датчики вихретоковые ES400.010, ES400.016, ES400.027

Поз. обозначение разъема	Конт.	Цепь	Описание	
X1	1	Sens_in_1	Обмотка возбуждения	
	3	Sens_in_3		
	2	-	Не задействованы	
	4	-		
	5	Sens_1_Wire	Линия цифрового интерфейса 1-Wire датчика	
	6	GND_A	Общий для датчика	

Таблица Б.3 – Датчики вихретоковые DS400.020, DS400.030, DS400.050

Поз. обозначение разъема	Конт.	Цепь	Описание
X1	1	Sens_in_1	Линии обмотки возбуждения
	3	Sens_in_3	
	2	Sens_in_2	Линии сигнальной обмотки
	4	Sens_in_4	
	5	Sens_1_Wire	Линия цифрового интерфейса 1-Wire датчика
	6	GND_A	Общий для датчика

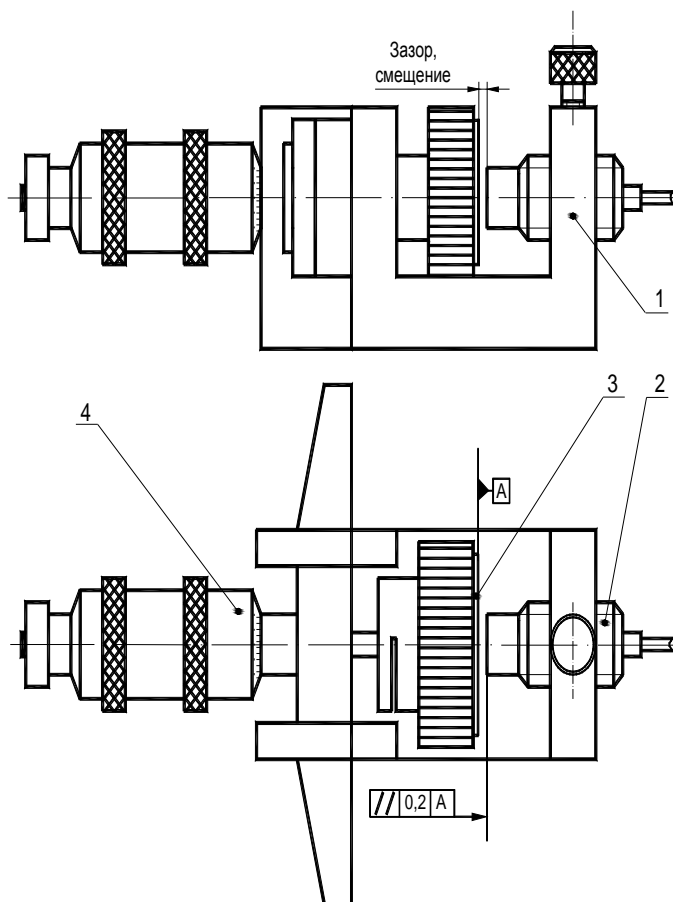
Таблица Б.4 – Датчики пьезоэлектрические PS400.317, PS400.610

Поз. обозначение разъема	Конт.	Цепь	Описание
X1	1	Sens_in_1	Линии пьезоэлектрического вибропреобразователя
	3	Sens_in_3	
	2	-	Не задействованы
	4	-	
	5	Sens_1_Wire	Линия цифрового интерфейса 1-Wire датчика
	6	GND_A	Общий для датчика

Таблица Б.5 – Датчики пьезоэлектрические со встроенной электроникой IPS400.317, IPS400.610

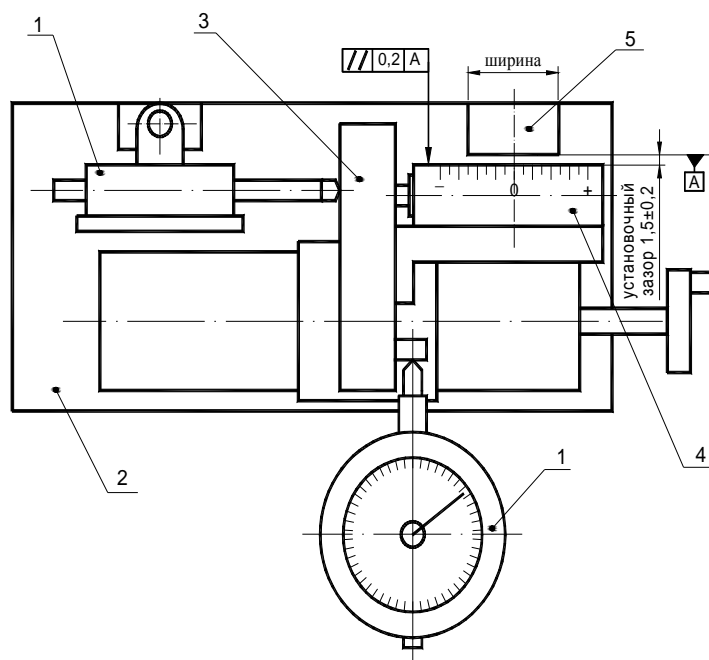
Поз. обозначение разъема	Конт.	Цепь	Описание	
X1	1	Sens_in_1	+	Линии пьезоэлектрического вибропреобразователя (стандартизированный интерфейс ICP)
	3	Sens_in_3	-	
	2	-	Не задействованы	
	4	-		
	5	Sens_1_Wire	Линия цифрового интерфейса 1-Wire датчика	
	6	GND_A	Общий для датчика	

Приложение В
(обязательное)
Установка датчиков на стендах, приспособлениях



- 1 – Стенд СП10;
- 2 – Датчик;
- 3 – Контрольный образец;
- 4 – Глубиномер микрометрический ГМ100.

Рисунок В.1 – Установка датчиков ES400.010, ES400.016 на стенде СП10



- 1 – Часовой индикатор ИЧ10 (ИЧ50);
- 2 – Стенд СП20;
- 3 – Контрольная плита;
- 4 – Датчик;
- 5 – Поясок (контрольный образец) ВШПА.421412.061.00.24 или ВШПА.421412.061.00.27.

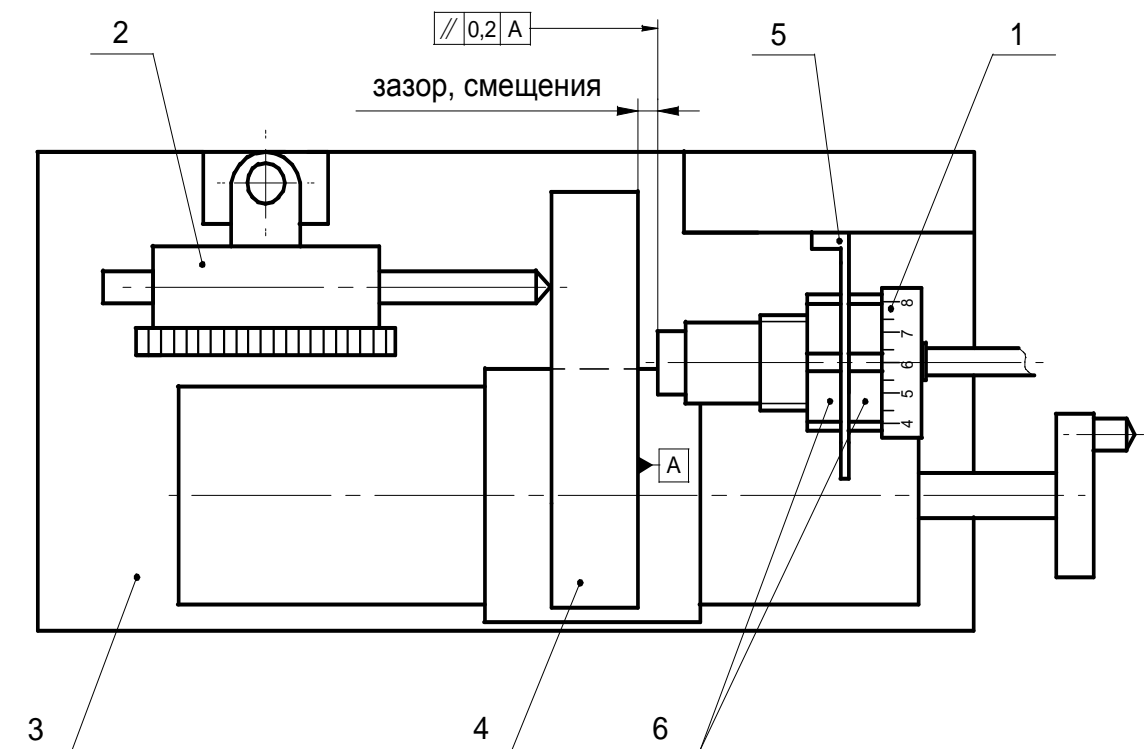
Примечание:

"0" – положение датчика и контрольного образца, равное 0,5 диапазона измерения;

"+" – направление смещения контрольного образца относительно положения "0", в сторону увеличения смещения;

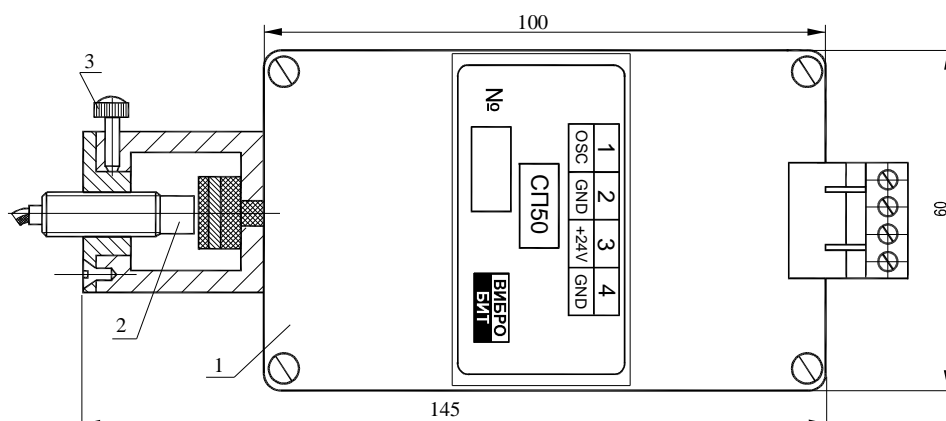
"-" – направление смещения контрольного образца относительно положения "0", в сторону уменьшения смещения.

Рисунок В.2 – Установка датчика DS400.020, DS400.030, DS400.050 на стенде СП20



- 1 – Датчик;
- 2 – Часовой индикатор ИЧ10, ИЧ25;
- 3 – Стенд СП20;
- 4 – Контрольный образец;
- 5 – Кронштейн 9.197.00.08;
- 6 – Гайка ВШПА.421412.033.00.04.

Рисунок В.3 – Установка датчика ES400.027 на стенде СП20



- 1 – Приспособление СП150;
- 2 – Датчик;
- 3 – Стопорный винт.

Рисунок В.4 – Установка датчиков ES400.010, ES400.016 в приспособлении СП150

Приложение Г
(обязательное)

Установка нулевого положения датчика RS400.050

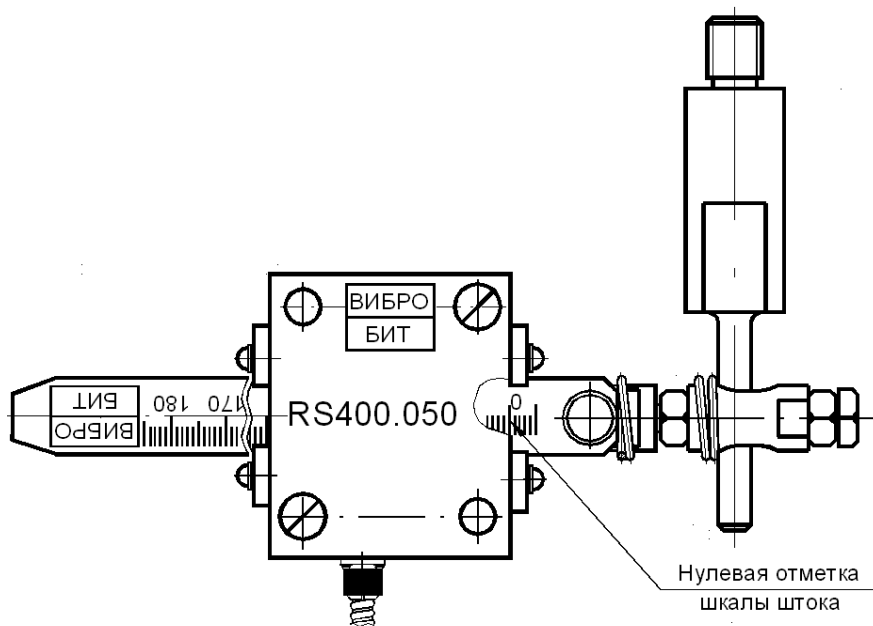
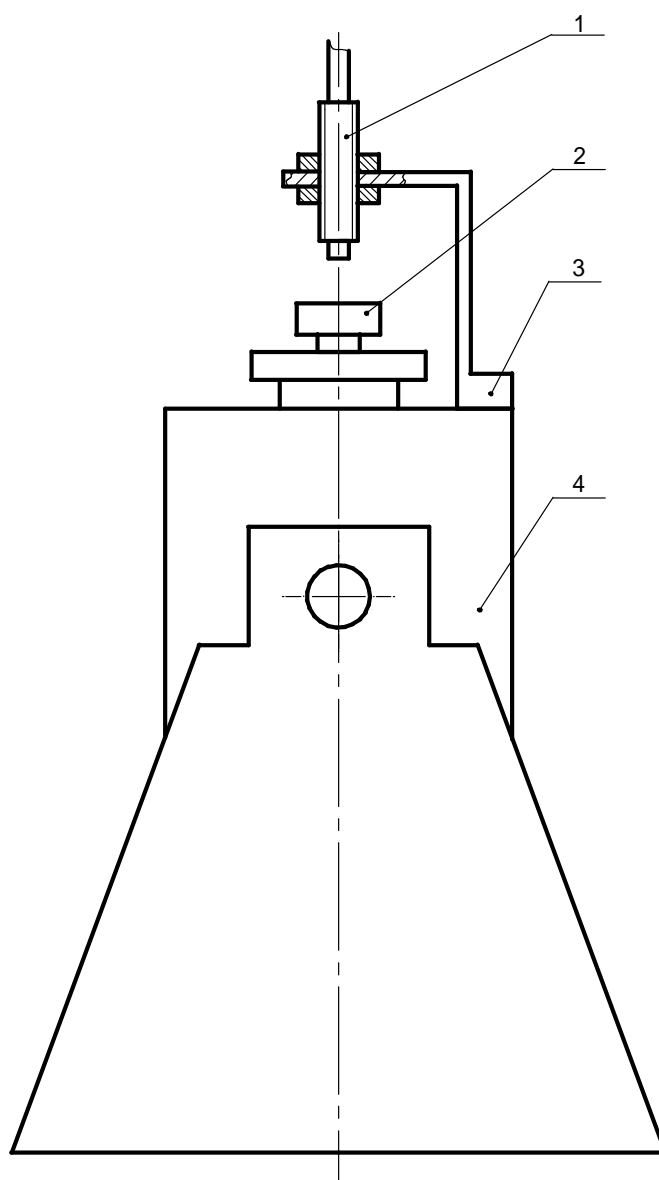


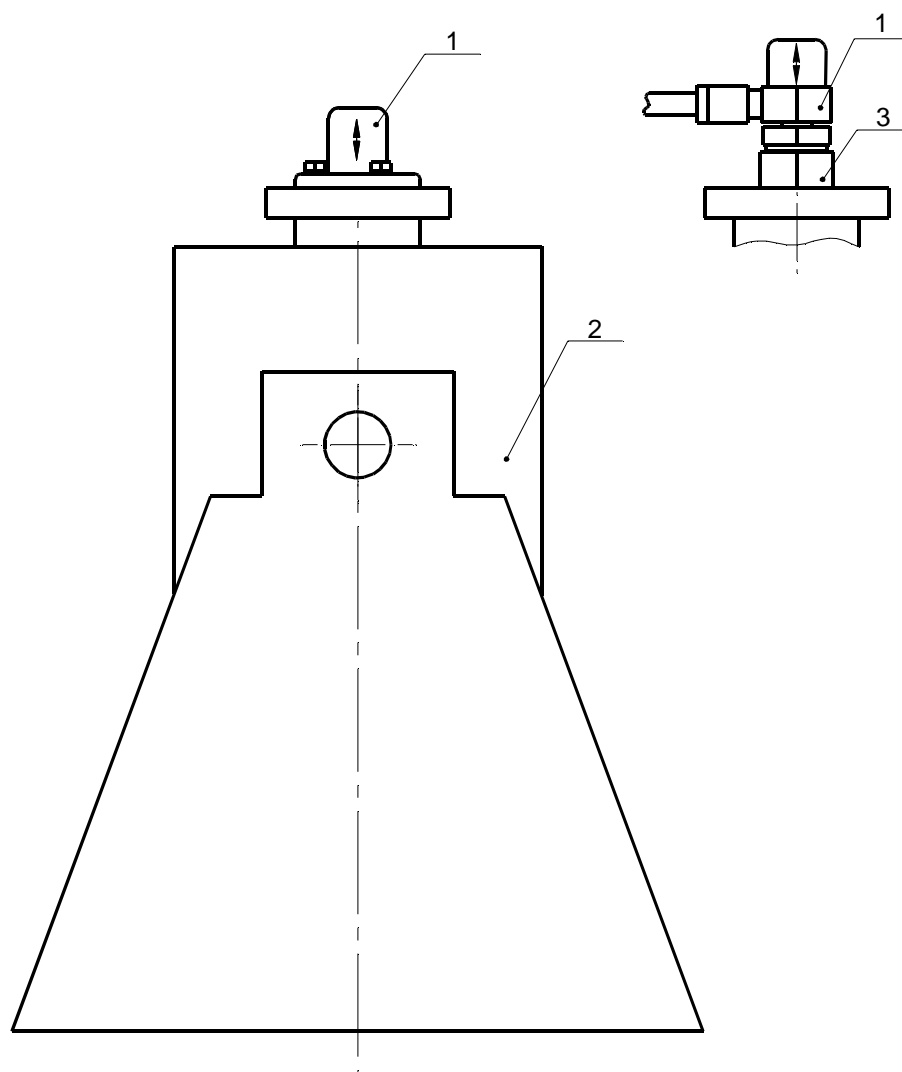
Рисунок Г.1 – Датчик RS400.050

Приложение Д
(обязательное)
Установка датчиков на вибростенде



- 1 – Датчик ;
- 2 – Контрольный образец;
- 3 – Кронштейн 9.197.00.06;
- 4 – Вибростенд.

Рисунок Д.1 – Установка датчиков ES400.010, ES400.016



- 1 – Датчик;
- 2 – Вибростенд;
- 3 – Втулка переходная 9.000.79 -01.

Рисунок Д.2 – Установка пьезоэлектрических датчиков PS400 и IPS400 на вибростенде