

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

М.П.

«17» марта 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РОТОРНЫХ АГРЕГАТОВ ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М»
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-01-2023

г. Москва
2023 г.

Системы мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М»
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 204/3-01-2023

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Настоящая методика распространяется на Системы мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» (далее - системы), изготовленные ООО «ГК Инновация», и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Системы мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» (далее – системы) предназначены для измерения абсолютной и относительной вибрации, искривления вала, осевого перемещения (сдвига), относительного расширения, линейного перемещения (в частности, поперечного перемещения) и частоты вращения.

Принцип действия системы основан на преобразовании и обработке сигналов, поступающих от первичных преобразователей. Измеряемая величина преобразуется датчиком в электрический сигнал, который подается на вторичный измерительный преобразователь, где происходит усиление сигнала и преобразование его в напряжение или ток. Далее сигнал подается на измерительный контроллер, где происходит его фильтрация и преобразование в цифровую форму. Информация об измеренном параметре отображается на экране монитора операторской станции, а также на цифровом табло измерительного контроллера. Одновременно происходит преобразование цифрового значения измеренного параметра в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока для подключения регистрирующих приборов, для сравнения с уставками (уровнями контроля) и управления внешними устройствами.

Система мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М» может состоять из следующих составных частей:

- каналов измерения параметров абсолютной вибрации;
- каналов измерения параметров относительной вибрации;
- каналов измерения осевого сдвига;
- каналов измерения относительного расширения;
- каналов измерения искривления (боя) вала;
- каналов измерения линейного перемещения;
- каналов измерения поперечного перемещения;
- каналов измерения частоты вращения;
- каналов измерения силы тока
- устройство сбора данных и управления нижний уровень (промышленный компьютер с ПО VectorM2);
- программно технические комплексы (далее - ПТК) верхнего уровня (с ПО на базе MasterScada);
- источник бесперебойного питания системы;
- блоки питания;
- монтажный шкаф ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М»;

Каналы состоят из первичного измерительного преобразователя (датчика), вторичного измерительного преобразователя и измерительного контроллера ТМК-300.

Контроллеры ТМК-300 выполняют обработку и преобразование измерительных сигналов, расчетно-вычислительные задачи, отображают значения измеряемых величин, а также осуществляют связь с другими устройствами и передачу информации при помощи периферийных интерфейсов. В зависимости от конфигурации, устанавливаемой программно, контроллеры выполняют обработку входного сигнала, соответствующего выбранному типу измерительного канала, буквенное обозначение которого присутствует в обозначении типа контроллера.

Каналы измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002 и ТМК-002А предназначены для измерения среднего квадратического (далее – СКЗ) и амплитудного значений виброскорости.

Каналы измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002 могут состоять из следующих первичных измерительных преобразователей: вибропреобразователей МВ-43-10 (рег. № 16985-08), МВ-44-2 (рег. № 21349-06), МВ-46 (рег. № 34908-07), МВ-47 (рег. № 41842-09), изготавливаемых ЗАО «Вибро-прибор» (г. С-Петербург), емкостных датчиков серии ТМК-121-хх. В качестве вторичных преобразователей в каналах измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002 используются вторичные измерительные преобразователи ТМК-224 и контроллеры ТМК-300 АВ, изготавливаемые ООО «ГК Инновация».

Каналы измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002А могут состоять из следующих первичных измерительных преобразователей: вибропреобразователей МВ-43-10 (рег. № 16985-08), МВ-44-2 (рег. № 21349-06), МВ-46 (рег. № 34908-07), МВ-47 (рег. № 41842-09), емкостных датчиков серии ТМК-121-хх. В качестве вторичных преобразователей в каналах измерения параметров абсолютной вибрации ТМК-002А используются вторичные измерительные преобразователи ТМК-223 или ТМК-224.

Исполнения датчиков серии ТМК-121-хх отличаются между собой типом оболочки кабеля, его длиной, наличием/отсутствием разъема и диапазоном рабочих температур.

Каналы измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ и ТМК-006А ОВ предназначены для измерения амплитудного значения и размаха виброперемещения. Каналы измерения осевого сдвига ТМК-006ОС и ТМК-006А ОС предназначены для измерения осевого перемещения ротора. Канал измерения искривления (боя) вала ТМК-006ИВ предназначен для измерения зазора между датчиком и ротором и относительной вибрации вала (виброперемещения).

Каналы измерения параметров относительной вибрации ТМК-006ОВ, осевого перемещения (сдвига) ТМК-006ОС, искривления вала ТМК-006ИВ и поперечного перемещения ТМК-006ПП состоят из контроллера ТМК-300 с соответствующим буквенным обозначением, вторичного измерительного преобразователя ТМК-266 и вихретокового датчика серии ТМК-161-хх (далее датчика).

Исполнения датчиков серии ТМК-161-хх отличаются между собой длиной и видом резьбы, длиной и способом защиты кабеля, наличием/отсутствием высокочастотного разъема и диапазоном рабочих температур.

Каналы измерения параметров относительной вибрации ТМК-006А ОВ, осевого перемещения (сдвига) ТМК-006А ОС состоят из вторичного измерительного преобразователя ТМК-266 и датчика серии ТМК-161-хх.

Каналы измерения относительного расширения ТМК-006ОР предназначены для измерения относительного перемещения и состоят из контроллера ТМК-300 ОР, вторичного измерительного преобразователя ТМК-262 или ТМК-266 и вихретокового датчика серии ТМК-164-хх (далее датчика). Исполнения датчиков серии ТМК-164-хх отличаются между собой типом оболочки кабеля, его длиной и способом защиты, наличием/отсутствием разъема, диапазоном измерения по смещению (± 5 мм, ± 10 мм, ± 15 мм, ± 20 мм, ± 25 мм).

Каналы измерения линейного перемещения ТМК-006ЛП состоят из контроллера ТМК-300 ЛП и вторичных измерительных преобразователей ТМК-263, ТМК-266. Для измерения небольших перемещений канал включает в себя датчик серии ТМК-161-хх. При измерении перемещений до 350 мм к токовому входу контроллера подключают вихретоковый датчик серии ТМК-165-хх.

Канал измерения частоты вращения ТМК-007 состоит из контроллера ТМК-300 ТХ, вторичных измерительных преобразователей ТМК-271, ТМК-266 и ТМК-272, датчиков ДЧВ-2500, изготавливаемых ООО «СЭПО-ЗЭМ», г. Саратов, датчиков ТМК-161-хх и ТМК-172, изготавливаемых ООО «ГК Инновация».

Канал измерения частоты вращения ТМК-007Т состоит из контроллера с дисплеем модели ТМК-371Т, который измеряет частоту следования импульсов и переводит ее в число оборотов.

Каналы измерения тока состоят из контроллера ТМК-300, принимающего сигнал постоянного тока от внешнего источника в диапазоне 0-20мА. Контроллер обеспечивает питание внешнего источника постоянным током напряжением 24 В.

При определении метрологических характеристик системы для каналов абсолютной вибрации используется метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772. В качестве эталона при поверке каналов абсолютной вибрации применяется поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 в соответствии с этим можно сделать вывод о прослеживаемости канала абсолютной вибрации к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018).

При определении метрологических характеристик системы для каналов относительной вибрации и каналов измерения искривления (боя) используется метод прямых и косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772. В качестве эталона при поверке каналов относительной вибрации применяется поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772, в соответствии с этим можно сделать вывод о прослеживаемости канала абсолютной вибрации к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018).

Так же при косвенных измерениях в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772 для каналов относительной вибрации и каналов измерения искривления (боя) используется РЭ 4-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360 и РЭ 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 года № 1942. В соответствии с эти каналы относительной вибрации так же прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 года № 1942 и к государственному первичному эталону времени и частоты по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360.

Так же при поверке каналов относительной вибрации и каналов измерения искривления (боя) должна быть обеспечена прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 по государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840.

Для каналов измерения осевого сдвига, поперечного перемещения, относительного расширения, линейного перемещения должна быть обеспечена прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 по государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840.

Для каналов частоты вращения должна быть обеспечена прослеживаемость к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г.

Для каналов измерения силы тока должна быть обеспечена прослеживаемость к ГЭТ4-91 «Государственный первичный эталон единиц силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А» согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091.

Допускается возможность поканальной поверки и поверки в сокращенном объеме в поддиапазонах рабочих частот с указанием объема выполненной поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке (при необходимости).

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в Таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичной	периодической
1	2	4	5
Требования к условию проведения поверки	5	да	да
Внешний осмотр	6	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерения	8	да	нет
Подготовка к поверке и Опробование средства измерения	7	да	да
Определение основной погрешности измерения СКЗ и амплитудного значения виброскорости абсолютной вибрации на базовой частоте 80 Гц*	9.1	да	да
Определение основной погрешности измерения размаха виброперемещения абсолютной вибрации на базовой частоте 80 Гц *	9.2	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) абсолютной вибрации*	9.3	да	да
Определение основной погрешности измерения размаха и амплитудного значения виброперемещения относительной вибрации и перемещения по каналу измерения искривления вала на базовой частоте 80 Гц*	9.4	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерения зазора при измерении относительной вибрации и искривления вала*	9.5	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения парамет-	9.6	да	да

ров относительной вибрации и искривления вала*			
Определение основной абсолютной погрешности измерения перемещения при осевом сдвиге	9.7	да	да
Определение основной погрешности измерения поперечного перемещения, относительного расширения, линейного перемещения*	9.8	да	да
Определение основной погрешности измерения частоты вращения*	9.9	да	да
Определение основной погрешности измерения силы постоянного тока *	9.10	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

* Поверка системы производится по пунктам соответствующим поверяемому каналу измерений. Поверка для каналов абсолютной вибрации вала проводится по пунктам 9.1-9.3, поверка для каналов относительной вибрации и каналов измерения искривления (боя) проводится по пунктам 9.4-9.6, поверка для каналов осевого сдвига проводится по пункту 9.7, поверка каналов измерения поперечного перемещения, относительного расширения, линейного перемещения проводится по пункту 9.8, поверка каналов измерения частоты вращения проводится по пункту 9.9, поверка каналов измерения силы постоянного тока проводится по пункту 9.10.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность окружающего воздуха, % 60 ± 20
- атмосферное давление, кПа 101 ± 4

Измерения температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха и атмосферного давления проводить при помощи прибора комбинированного Testo 622.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными СИ и ознакомленные с эксплуатационной документацией.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Основные средства поверки

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к основным средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
5.1	Средство измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Диапазоны: измерения температуры от -10 до +60 °С, ПГ $\pm 0,4$ °С; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, ПГ ± 3 %; измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, ПГ ± 5 гПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1-9.4	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Мультиметр цифровой Agilent 34411A (рег. № 33921-07)
9.5; 9.7	Головка микрометрическая от 0 до 50 мм с дискретностью 0,001 мм и пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	Головка микрометрическая цифровая серии 164 (рег. № 33793-07)
	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Мультиметр цифровой Agilent 34411A (рег. № 33921-07)
9.6; 9.9	РЭ 4-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360 в диапазоне частот работы поверяемой системы	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360, рег. № 45344-10
	РЭ 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 года № 1942 в диапазоне воспроизведения напряжения и в диапазоне частот работы поверяемой системы	Мультиметр цифровой Agilent 34411A, рег. № 33921-07 Вольтметр универсальный В7-28, рег. № 6457-78 Вольтметр универсальный цифровой быстросредействующий В7-43, рег. № 10283-85

Продолжение Таблицы 2. Основные средства поверки

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к основным средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.8	Индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм с диапазоном измерения от 0 до 50 мм ¹⁾	Индикатор часового типа модификации ИЧ-50 (рег. № № 49349-12)
	Индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ 10 (Госреестр СИ № 40149-08). ¹⁾	Индикатор часового типа ИЧ 10 (рег. № 40149-08).
	Головка микрометрическая от 0 до 50 мм с дискретностью 0,001 мм и пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2\%$ ²⁾	Головка микрометрическая цифровая серии 164 (рег. № 33793-07)
	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. №2091	Мультиметр цифровой Agilent 34411A (рег. № 33921-07)
	Меры длины концевые 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 ³⁾	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, Набор №1 класс 1 (рег. № 51838-12)
9.10	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Магазин сопротивлений Р4831 (рег. № 80016-20)
	Источник питания постоянного тока	Источник питания GPD-73303D фирмы GW INSTЕК (рег. № 49221-12)
	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Мультиметр цифровой Agilent 34411A (рег. № 33921-07)
Примечание: 1) Для канала относительного расширения 2) Для канала измерения поперечного перемещения 3) Для канала измерения линейного перемещения		

Таблица 3. Вспомогательные средства поверки

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к вспомогательным средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.5; 9.7-9.8	Приспособление для крепления первичного преобразователя измерения зазора из измерительного канала относительной вибрации и искривления вала, измерительного канала осевого сдвига и расширения ротора	В качестве примера данного приспособления может выступать приспособление СП 10 НПП "Вибробит"
9.8	Приспособление для крепления первичного преобразователя измерения поперечного смещения	В качестве примера данного приспособления может выступать приспособление СП 20 НПП "Вибробит"
9.6; 9.9	Приспособление для проверки АЧХ вихретокового датчика	В качестве примера данного приспособления может выступать приспособление СП 50 НПП "Вибробит"

4.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и эксплуатационной документации фирмы-изготовителя.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, канал считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

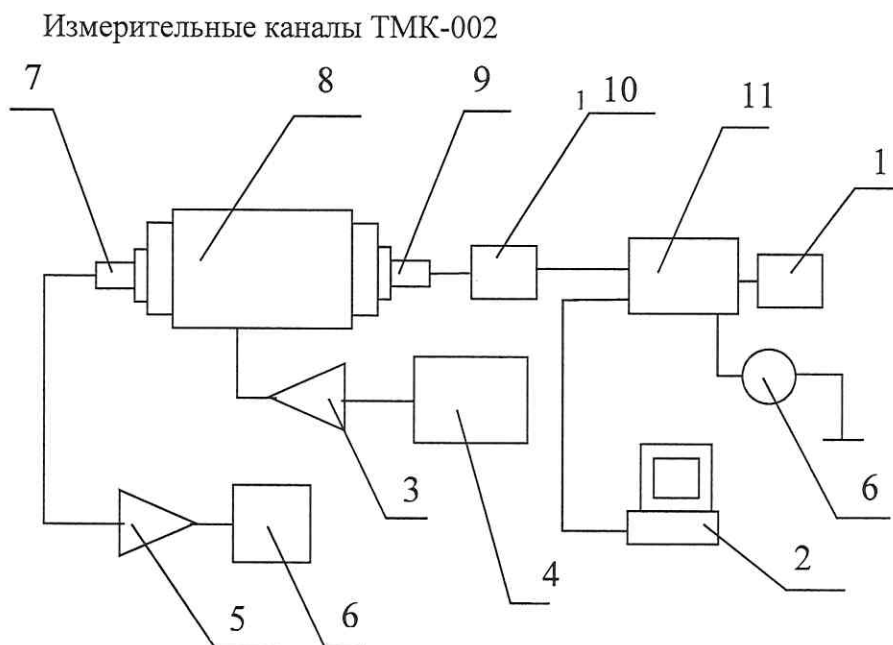
7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к проведению поверки

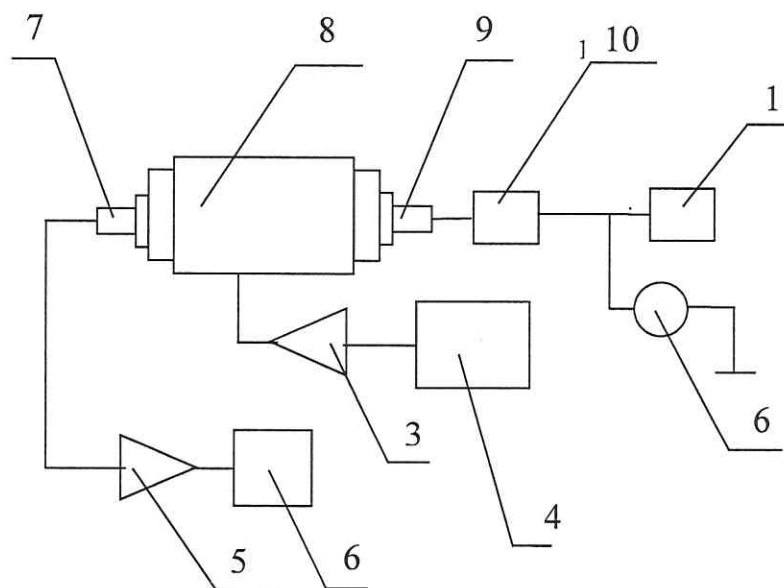
7.1.1 Перед началом поверки все средства поверки должны быть выдержаны во включенном состоянии (прогреты) в течение времени, указанного в их эксплуатационной документации.

7.1.2 При подготовке к поверке основной погрешности измерения СКЗ и амплитудного значения виброскорости, размаха виброперемещения и определения неравномерности АЧХ выполнить следующие действия:

- жестко закрепить вибропреобразователь 7 эталонного канала на электродинамическом вибровозбудителе 8;
- произвести все остальные требуемые электрические соединения;
- жестко закрепить вибропреобразователь 9 поверяемого канала на электродинамическом вибровозбудителе 8;
- подключить вибропреобразователь 9 поверяемого канала к преобразователю 10;
- для штатного канала: подключить мультиметр 6 к соответствующим клеммам контроллера 11. Для автономного канала подключить мультиметр непосредственно к соответствующим клеммам вторичного преобразователя 10;
- для штатного канала: соединить контроллер 11 с компьютером 2 по интерфейсу RS-485;
- для штатного канала: подключить контроллер 11 к источнику питания 1, для автономного канала – подключить соответствующие клеммы вторичного преобразователя 9 к источнику питания 1;
- установить выходное напряжение источника питания 1 равным $24 \pm 0,1\text{В}$;
- включить питание контроллера 11 (для штатного канала) и выдержать поверяемый измерительный канал во включенном состоянии в течение не менее 10 минут.



Автономные измерительные каналы ТМК-002А



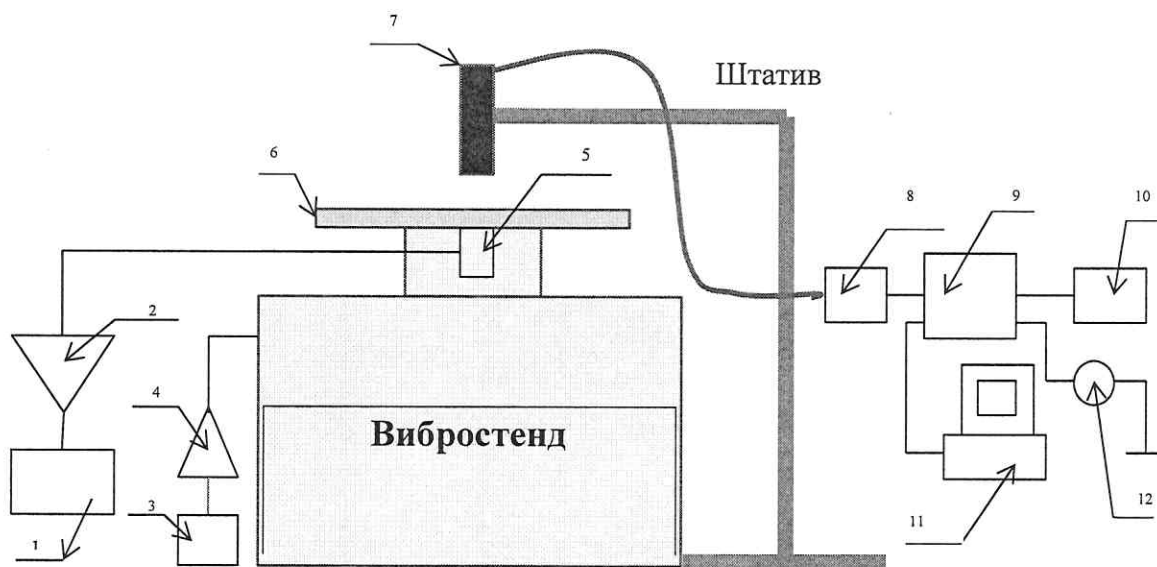
1. источник питания
2. персональный компьютер
3. усилитель мощности
4. генератор
5. усилитель эталонного канала;
6. мультиметр;
7. вибропреобразователь эталонного канала;
8. электродинамический вибровозбудитель;
9. вибропреобразователь поверяемого канала;
10. вторичный преобразователь поверяемого канала;
11. измерительный контроллер поверяемого канала

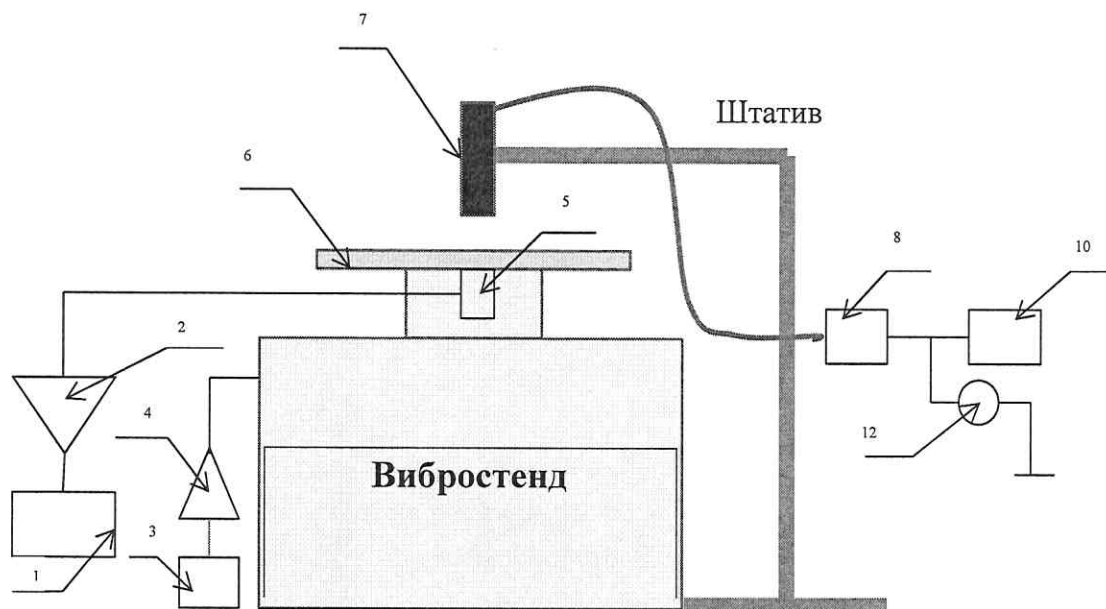
Рисунок 1 – Структурная схема стенда для поверки канала измерения параметров абсолютной вибрации

7.1.3 При подготовке к поверке измерения размаха и амплитудного значения виброперемещения относительной вибрации и перемещения по каналу измерения искривления вала выполнить следующие действия:

- закрепить на вибростоле вибростенда диск с образцом металла из материала объекта контроля (6);
- установить датчик 7 на штатив таким образом, чтобы расстояние между торцом датчика и поверхностью диска было равно установочному зазору датчика;
- подключить датчик 7 к преобразователю 8,
- для штатного канала: преобразователь 8 подключить к контроллеру 9;
- для штатного канала: подключить мультиметр 12 к контроллеру 9, а для автономного канала – к соответствующим клеммам вторичного преобразователя 8;
- для штатного канала: соединить контроллер 9 с компьютером 11 по интерфейсу RS-485;
- для штатного канала: подключить контроллер 9 к источнику питания 10, для автономного канала – подключить соответствующие клеммы вторичного преобразователя к источнику питания 10;
- установить выходное напряжение источника питания 10 равным $24 \pm 0,1$ В;
- включить питание контроллера 9 (для штатного канала) и выдержать поверяемый измерительный канал во включенном состоянии в течение не менее 10 минут.

Штатный измерительный канал ТМК-006 ОВ и ИС





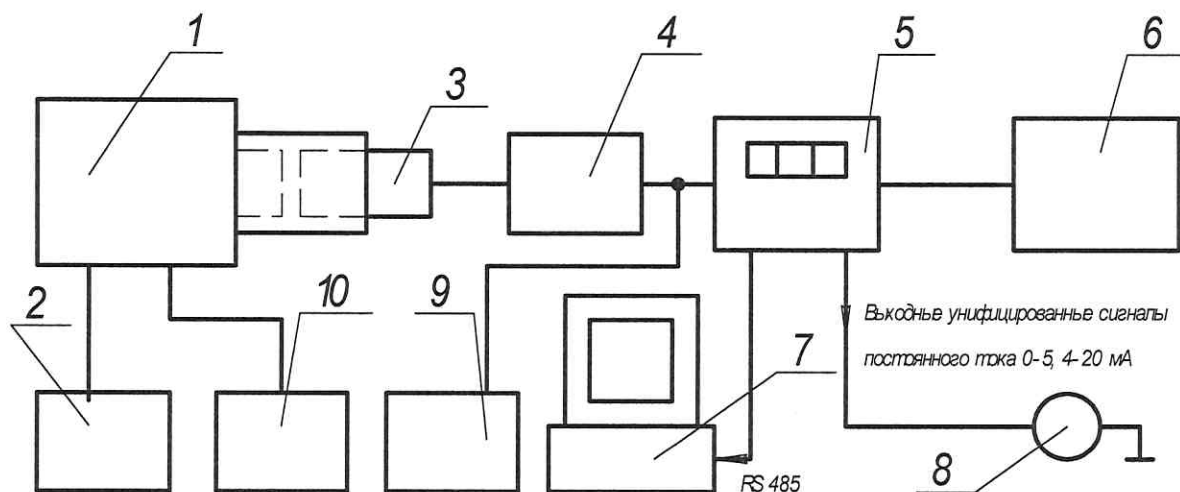
1. мультиметр;
2. усилитель эталонного канала;
3. генератор;
4. усилитель мощности;
5. эталонный акселерометр;
6. диск, изготовленный из материала объекта контроля;
7. вибропреобразователь поверяемого канала;
8. вторичный преобразователь поверяемого канала;
9. измерительный контроллер поверяемого канала;
10. источник питания;
11. персональный компьютер
12. мультиметр в режиме миллиамперметра;

Рисунок 2 – Структурная схема стенда для определения основной погрешности измерения размаха и амплитудного значения виброперемещения относительной вибрации и перемещения по каналу измерения искривления вала на базовой частоте 80 Гц

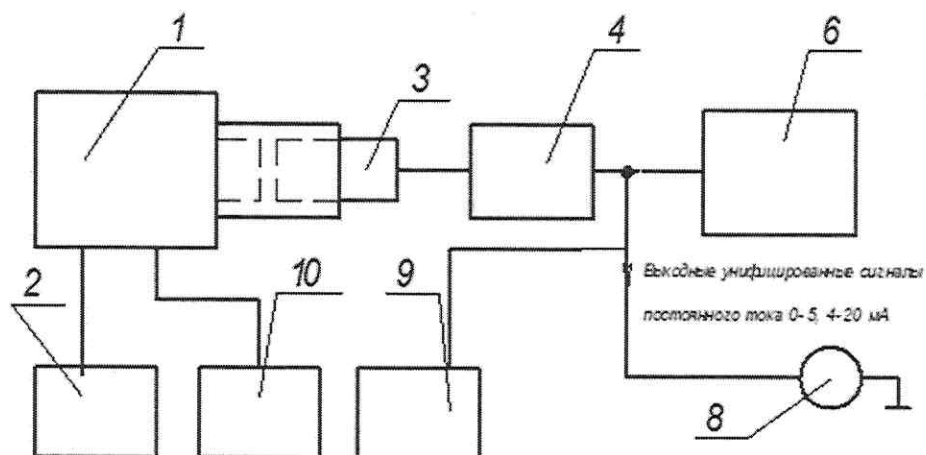
7.1.4 При подготовке к поверке при определении неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения параметров относительной вибрации и искривления вала и определение основной погрешности измерения частоты вращения выполнить следующие действия:

- установить датчик 3 в устройстве СП50, подать с генератора на базовой частоте напряжение, таким образом, что бы на выходе с датчика отображалось значение виброперемещение равное середине диапазона;
- подключить датчик 3 к преобразователю 4,
- для штатного канала: преобразователь 4 подключить к контроллеру 5;
- для штатного канала: подключить осциллограф 9 к контроллеру 5 и мультиметр 8, а для автономного канала – к соответствующим клеммам вторичного преобразователя 4;
- для штатного канала: соединить контроллер 5 с компьютером 7 по интерфейсу RS-485;
- для штатного канала: подключить контроллер 5 к источнику питания 6, для автономного канала – подключить соответствующие клеммы вторичного преобразователя к источнику питания 6;
- установить выходное напряжение источника питания 6 равным $24 \pm 0,1$ В;
- включить питание контроллера 5 (для штатного канала) и выдержать поверяемый измерительный канал во включенном состоянии в течение не менее 10 минут.

Штатный измерительный канал ТМК-006 ОВ и ИС и канал ТМК-007



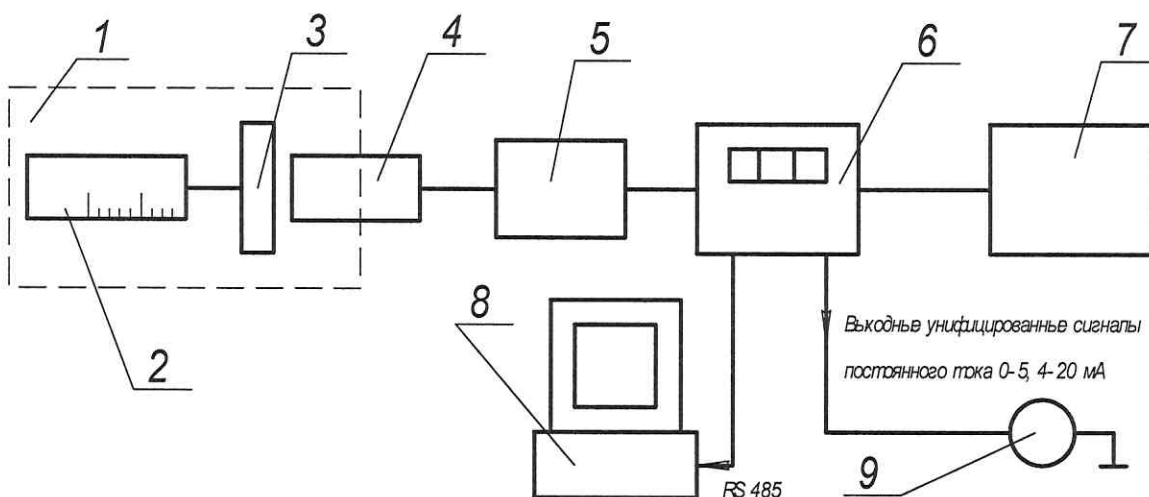
Штатный измерительный канал ТМК-006 ОВ и ИС



1. Приспособление СП50
2. Генератор
3. Датчик
4. Вторичный преобразователь
5. Измерительный контроллер
6. Блок питания
7. Персональный компьютер
8. Цифровой мультиметр
9. Осциллограф
10. Блок питания

Рисунок 3 – Структурная схема поверки канала измерения частоты вращения и поверки динамической характеристики канала измерения искривления вала и параметров относительной вибрации

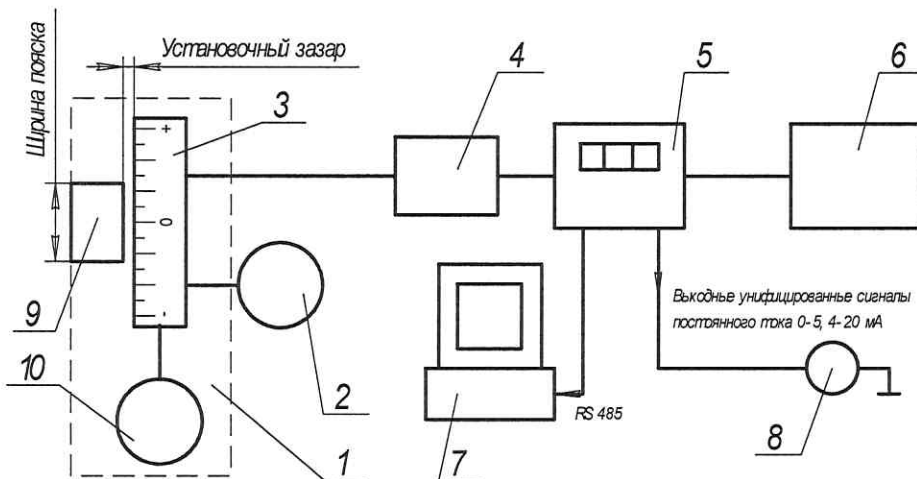
7.1.5 При подготовке к поверке каналов измерения осевого сдвига ротора, относительного расширения и статической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора собрать схему в соответствии с рисунком 4;



1. Приспособление СП10
2. Индикатор ИЧ10
3. Объект контроля
4. Датчик
5. Вторичный преобразователь
6. Измерительный контроллер
7. Блок питания
8. Персональный компьютер
9. Цифровой мультиметр

Рисунок 4 – Структурная схема поверки осевого сдвига ротора, относительного расширения и статической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора.

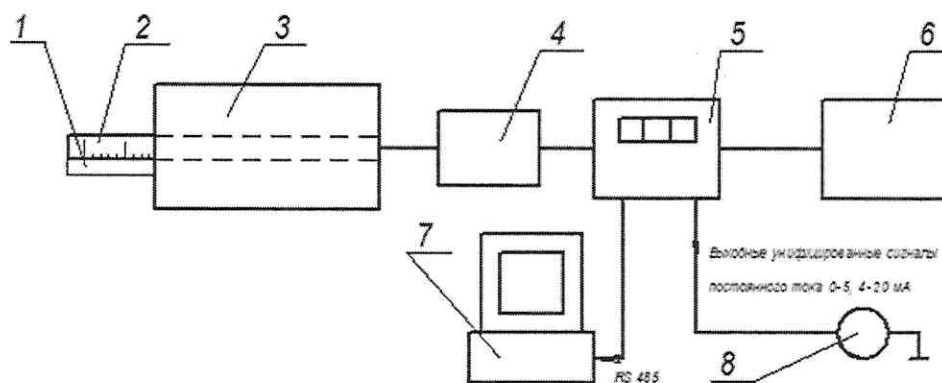
7.1.6 При подготовке к поверке каналов измерения поперечного перемещения собрать схему в соответствии с рисунком 5;



1. Приспособление СП20
2. Индикатор часового типа ИЧ10
3. Датчик
4. Вторичный преобразователь
5. Измерительный контроллер
6. Блок питания
7. Персональный компьютер
8. Цифровой мультиметр
9. Поясок (гребень)
10. Индикатор часового типа ИЧ50

Рисунок 5 – Структурная схема поверки канала измерения поперечного перемещения

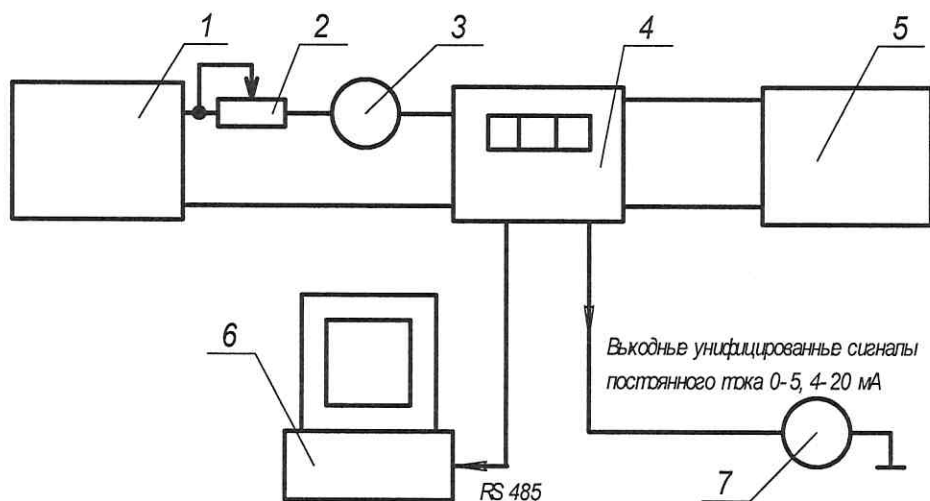
7.1.7 При подготовке к поверке каналов измерения поперечного перемещения собрать схему в соответствии с рисунком 6;



1. Меры длины концевые
2. Линейка датчика линейного перемещения
3. Датчик линейного перемещения
4. Вторичный преобразователь
5. Измерительный контроллер
6. Блок питания
7. Персональный компьютер
8. Цифровой мультиметр

Рисунок 6 - Структурная схема поверки канала измерения линейного перемещения

7.1.8 При подготовке к поверке каналов измерения измерения тока собрать схему в соответствии с рисунком 7;



1. Источник питания постоянного тока
2. Магазин сопротивлений
3. Цифровой мультиметр
4. Устройство сбора данных и управления Орт-1/І
5. Блок питания
6. Персональный компьютер
7. Цифровой мультиметр

Рисунок 7 – Структурная схема поверки канала измерения тока

7.2 Опробование системы

При опробовании необходимо выполнить следующие операции:

- включить источник питания;
- создавая на стенде изменение параметра, опробовать работу измерительного канала.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Цифровой идентификатор ПО
Внешнее ПО верхнего уровня		
SCADA система MasterScada	3.X, 4.X и выше	Не применимо
Внешнее ПО нижнего уровня		
Evector	V.3.0.0 и выше	Не применимо
DGServer	V.3.1.0 и выше	Не применимо
Встроенное ПО		
Встроенное МПО	VectorM2: 2017_11_09 rev.4	a384ae204b481ce6dc2b929dc78912fa

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение основной погрешности измерения СКЗ и амплитудного значения виброскорости абсолютной вибрации на базовой частоте 80 Гц.

Первичный измерительный преобразователь из состава канала абсолютной вибрации устанавливают на вибростенде и на базовой частоте 80 Гц, задают ряд значений виброскорости, равный 12,5; 25; 50; 75; 100% диапазона измерения. Записывают показания цифрового индикатора, компьютера и приборов в цепях унифицированных сигналов.

Основную абсолютную погрешность измерения определяют по формулам:

для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = V_d - V_i \quad (1)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{(V_B - V_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} + V_H - V_i \quad (2)$$

Основную относительную погрешность измерения определяют по формулам:

для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = \frac{|V_d - V_i|}{V_i} \cdot 100\% \quad (3)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(V_B - V_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} + V_H - V_i \right|}{V_i} \cdot 100\% \quad (4)$$

где V_d – показание компьютера, цифрового индикатора, мм/с (мкм);

V_i – значение СКЗ виброскорости (виброперемещения) по вибростенду, мм/с (мкм);

V_B – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм/с (мкм);

V_H – нижнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм/с (мкм);

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_B – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА;

I_H – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА.

9.2 Определение основной погрешности измерения размаха виброперемещения абсолютной вибрации на базовой частоте 80 Гц.

Первичный измерительный преобразователь из состава канала абсолютной вибрации устанавливают на вибростенде и на базовой частоте 80 Гц, задают ряд значений виброперемещения, равный 12,5; 25; 50; 75; 100% диапазона измерения. Записывают показания цифрового индикатора, компьютера и приборов в цепях унифицированных сигналов.

Основную абсолютную погрешность измерения определяют по формулам: 1- для цифрового выхода, 2 - для токового выхода.

Основную относительную погрешность измерения определяют по формулам: 3 – для цифрового выхода, 4 – для токового выхода.

9.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) абсолютной вибрации.

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц проводится на эталонной виброустановке. Первичный измерительный преобразователь из состава канала абсолютной вибрации устанавливают на вибростенде, воспроизводят постоянную амплитуду (например, 5 мм/с для виброскорости и 50 мкм для виброперемещения) на двенадцати точках диапазона частот включая базовую частоту и верхний и нижний предел диапазона измерений. Снять показания измерительного контроллера и миллиамперметра, подключенного в цепь измерительного контроллера.

Таблица 5

Наименование параметра	Частота колебаний вибростенда, Гц											
	F _н				F _б							F _в
Значение СКЗ виброскорости по стенду (размаха виброперемещения) мм/с (мкм);*	5 (50)											
Показание компьютера, цифрового индикатора, мм/с												
Показание миллиамперметра, (I _i), мА												
Неравномерность АЧХ для компьютера и цифрового индикатора измерительного преобразователя-индикатора, %												
Неравномерность АЧХ для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА, %												
* Допускается установка других значений в зависимости от технических характеристик эталонного вибростенда.												

Неравномерность АЧХ по компьютеру и цифровому индикатору измерительного контроллера определяется по формуле:

$$\delta = \frac{|V_n - V_b|}{V_b} \cdot 100\% \quad (5)$$

где V_n – показание компьютера, цифрового индикатора, мм/с (мкм);

V_b – показание компьютера, цифрового индикатора на базовой частоте, мм/с (мкм).

Неравномерность АЧХ для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА определяется по формуле:

$$\delta = \frac{|I_i - I_b|}{I_b} \cdot 100\% \quad (6)$$

где I_i – выходной ток измерительного контроллера, мА;

I_b – выходной ток измерительного контроллера на базовой частоте, мА.

9.4 Определение основной погрешности измерения размаха и амплитудного значения виброперемещения относительной вибрации и перемещения по каналу измерения искривления вала на базовой частоте 80 Гц.

Закрепить на штативе согласно рисунку 2 первичный измерительный преобразователь из состава канала относительной вибрации (искривления вала) в середине диапазона измерений.

На базовой частоте 80 Гц, задают ряд значений виброперемещения, равный 12,5; 25; 50; 75; 100% диапазона измерения. Записывают показания цифрового индикатора, компьютера и приборов в цепях унифицированных сигналов.

Основную абсолютную погрешность измерения определяют по формулам:

для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = V_n - V_i \quad (7)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{(V_B - V_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} + V_H - V_i \quad (8)$$

Основную относительную погрешность измерения определяют по формулам:

для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = \frac{|V_n - V_i|}{V_i} \cdot 100\% \quad (9)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(V_B - V_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} + V_H - V_i \right|}{V_i} \cdot 100\% \quad (10)$$

где V_n – показание компьютера, цифрового индикатора, мкм;

V_i – значение размаха виброперемещения по вибростенду, мкм

V_B – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мкм;

V_H – нижнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мкм;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_B – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА;

I_H – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА.

9.5 Определение основной погрешности измерения зазора при измерении относительной вибрации и искривления вала.

первичный измерительный преобразователь из состава канала относительной вибрации (искривления вала) устанавливают на приспособлении в положении, при котором показание измерительного контроллера равно нулю.

Далее на приспособлении, по оцифрованным отметкам шкалы измерительного прибора, установить ряд значений смещений ориентировочно равный 0; 25; 50; 75; 100% диапазона измерения, по приборам в цепях унифицированных сигналов, цифровому индикатору измерительного контроллера, компьютера определить соответствующие значения смещения и унифицированных сигналов.

Основную абсолютную погрешность измерения определяют по формулам:

для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = S_i - V_n - S_0 \quad (7)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = S_i - S_0 - \frac{(S_B - S_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} - S_H \quad (8)$$

Основную относительную погрешность измерения определяют по формулам:
для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_n = \frac{|S_i - S_n - S_0|}{S_i - S_0} \cdot 100\% \quad (9)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{\left| S_i - S_0 - \frac{(S_g - S_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_g - I_n} - S_n \right|}{S_i - S_0} \cdot 100\% \quad (10)$$

где S_n – показание на компьютере и индикаторе измерительного контроллера, мм;

S_i – смещение по измерительному прибору на приспособлении, мм;

S_0 – смещение по измерительному прибору на приспособлении при нулевом показании на компьютере и измерительного контроллера (для каналов измерения относительной вибрации вала $S_0 = 0$), мм

S_g – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм;

S_n – нижнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_g – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА;

I_n – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА.

9.6 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения параметров относительной вибрации и искривления вала.

Установить первичный измерительный преобразователь из состава канала относительной вибрации (искривления вала) на приспособлении СП50.

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц, воспроизводят постоянную амплитуду 50 мкм на двенадцати точках диапазона частот включая базовую частоту и верхний и нижний предел диапазона измерений. Снять показания измерительного контроллера и миллиамперметра, подключенного в цепь измерительного контроллера.

Таблица 6

Наименование параметра	Частота колебаний вибростенда, Гц											
	F _н				F _б							F _в
Значение размаха виброперемещения, мкм	50											
Значение виброперемещения по измерительному контроллеру, мкм												
Показание миллиамперметра, (I _i), мА												
Неравномерность АЧХ для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера, %												
Неравномерность АЧХ для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА, %												

Неравномерность АЧХ определяется для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера по формуле 5, а для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА определяется по формуле 6.

9.7 Определение основной абсолютной погрешности измерения перемещения при осевом сдвиге.

Первичный измерительный преобразователь из состава канала измерения осевого сдвига устанавливается на приспособлении в положении, при котором показание измерительного контроллера равно нулю.

Далее на приспособлении, по оцифрованным отметкам шкалы измерительного прибора, установить ряд значений смещений ориентировочно равный $-50; -25; 0; 25; 50\%$ диапазона измерения, по приборам в цепях унифицированных сигналов, цифровому индикатору измерительного контроллера, компьютера определить соответствующие значения смещения и унифицированных сигналов.

Основную абсолютную погрешность измерения определяют для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера по формуле 7, а для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА определяется по формуле 8.

9.8 Определение основной погрешности измерения поперечного перемещения, относительного расширения, линейного перемещения.

Первичный измерительный преобразователь из состава канала на приспособлении в положении, при котором показание измерительного контроллера равно нулю.

Далее на приспособлении, по оцифрованным отметкам шкалы измерительного прибора, установить ряд значений смещений ориентировочно равный $0; 25; 50; 75; 100\%$ ($-50; -25; 0; 25; 50\%$) диапазона измерения, по приборам в цепях унифицированных сигналов, цифровому индикатору измерительного контроллера, компьютера определить соответствующие значения смещения и унифицированных сигналов.

Основную относительную погрешность измерения определяют для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера по формуле 9, а для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА определяется по формуле 10.

Основную приведенную погрешность измерения для канала линейного перемещения рассчитывать по формуле:

для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = \frac{|S_i - S_n|}{S_B} * 100\% \quad (11)$$

для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{\left| S_i - \frac{(S_B - S_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} - S_H \right|}{S_B - S_H} * 100\% \quad (12)$$

где S_n – показание на компьютере и индикаторе измерительного контроллера, мм;

S_i – смещение по измерительному прибору на приспособлении, мм;

S_B – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм;

S_H – нижнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_B – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА;

I_H – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА.

9.9 Определение основной погрешности измерения частоты вращения.

Установить первичный измерительный преобразователь из состава канала на приспособлении СП50, генератором воспроизвести ряд значений частоты вращения в об/мин, ориентировочно равный 12,5; 25; 50; 75; 100% диапазона измерения. Снять показания измерительного контроллера и миллиамперметра, подключенного в цепь измерительного контроллера.

Основная абсолютную погрешность измерения определяется по формулам:

для компьютера, индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = N_n - N_i \quad (11)$$

для выходного унифицированного сигнала 0 – 5мА, 4 – 20мА

$$\delta_i = \frac{(N_B - N_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} - N_i \quad (12)$$

где N_n – частота вращения по компьютеру и цифровому индикатору, об/мин;

N_i – частота вращения по генератору $N_i = \frac{f[Iy]}{60}$, об/мин;

N_B – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, об/мин;

N_H – нижнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, об/мин;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_B – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА;

I_H – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала измерительного контроллера, мА;

9.10 Определение основной погрешности измерения силы постоянного тока.

Выбрать пять точек X_i равномерно распределенных по диапазону измеряемой величины.

Подать сигнал на вход канала соответствующее X_i . Записать показания цифрового индикатора, компьютера и приборов в цепях унифицированных сигналов.

Основную относительную погрешность измерения определяют по формулам:

– для компьютера и цифрового индикатора

$$\delta_c = \frac{|X_K - X_i|}{X_i} \cdot 100\% \quad (13)$$

– для унифицированного сигнала 0 – 5 мА, 4 – 20 мА

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(X_B - X_H) \cdot (I_y - I_H)}{I_B - I_H} + X_H - X_i \right|}{X_i} \cdot 100\% \quad (14)$$

где X_K – показание компьютера, цифрового индикатора;

X_i – значение по эталону;

X_B – верхнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления;

X_H – нижнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_B – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала устройства сбора данных и управления, мА;

I_n – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала устройства сбора данных и управления, мА.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Система считается прошедшей поверку по соответствующему каналу если: полученные значения для канала абсолютной вибрации по пунктам 9.1-9.3, полученные значения для канала относительной вибрации и каналов измерения искривления (боя) по пунктам 9.4-9.6, полученные значения для каналов осевого сдвига по пункту 9.7, полученные значения для каналов измерения поперечного перемещения, относительного расширения, линейного перемещения по пункту 9.8, полученные значения для каналов измерения частоты вращения по пункту 9.9 и полученные значения для каналов измерения силы постоянного тока по пункту 9.10 не превышает значений указанных в таблице 7 приложения 1.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Система, прошедшая поверку с положительным результатом, признается пригодной и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

11.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на систему по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

11.3. Результаты поверки системы передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204



А.Г. Волченко

Таблица 7– Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значения
Канал измерения абсолютной вибрации ТМК-002 (ТМК-002А)	
Диапазоны измерений виброскорости, мм/с: среднее квадратическое значение (СКЗ) амплитудное значение	от 0,05 до 100 от 0,1 до 100
Диапазон измерения размаха виброперемещения, мкм	от 3 до 1000
Диапазоны рабочих частот (программируются), Гц	от 2 до 1000 от 10 до 1000 от 20 до 1000 от 30 до 1000 от 40 до 150 от 50 до 300 от 30 до 150 от 30 до 400
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений СКЗ виброскорости в диапазоне измерений от 0,05 до 1 мм/с включ. и амплитудного значения виброскорости в диапазоне измерений от 0,1 до 1 мм/с включ. на базовой частоте 80 Гц, мм/с	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений параметров виброскорости на базовой частоте 80 Гц в диапазоне измерений св. 1 до 100 мм/с, %	± 5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне измерений от 3 до 60 мкм включ., мкм	± 3
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне измерений св. 60 до 1000 мкм, %	± 5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для диапазона частот от 10 до 1000 Гц относительно базовой частоты 80 Гц в диапазонах частот, %, не более: от 10 до 15 Гц включ. и св. 900 до 1000 Гц св. 15 до 900 Гц включ.	от -20 до +10 ± 5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики во всех диапазонах частот, кроме диапазона от 10 до 1000 Гц, относительно базовой частоты 80 Гц, %, не более	от -20 до +10
Канал измерения относительной вибрации ТМК-006ОВ (ТМК-006А ОВ)	
Диапазон измерений виброперемещения, мкм размах амплитудное значение	от 2 до 2000 от 1 до 1000
Диапазон измерений зазора, мм	от 0 до 5
Диапазоны рабочих частот, Гц	от 5 до 500 от 10 до 1000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц размаха виброперемещения в диапазоне измерений от 2 до 80 мкм включ. и амплитудного значения виброперемещения в диапазоне измерений от 1 до 40 мкм включ., мкм	± 4

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц размаха виброперемещения в диапазоне измерений св. 80 до 2000 мкм и амплитудного значения виброперемещения в диапазоне измерений св. 40 до 1000 мкм, %	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от 2 F _н до 0,9 F _в Гц включ. (где F _н и F _в – значения нижнего и верхнего пределов диапазона частот, соответственно), %, не более	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от F _н до F _в Гц (где F _н и F _в – значения нижнего и верхнего пределов диапазона частот, соответственно), %, не более	-30
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений зазора, мкм	±20
Канал измерения осевого сдвига ТМК-006ОС (ТМК-006А ОС)	
Диапазон измерения осевого перемещения (сдвига), мм	от -2,5 до +2,5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, мкм	±20
Канал измерения относительного расширения ТМК-006ОР	
Диапазоны измерений перемещения, мм	от -5 до +5 от -10 до +10 от -15 до +15 от -20 до +20 от -25 до 25
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения перемещения, %	±5
Канал измерения искривления (боя) вала ТМК-006ИВ	
Диапазон измерений перемещения, мкм	от 1 до 1000
Диапазон измерения зазора, мм	от 0 до 5
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,05 до 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения перемещения на базовой частоте 80 Гц, %	±5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения зазора, %	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от 10 до 900 Гц включ., %	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц в диапазоне частот от 0,05 до 1000 Гц, %, не более	-30
Канал измерения линейного перемещения ТМК-006ЛП	
Диапазон входного тока, мА	от -20 до +20
Диапазон измерения перемещения по каналу входного тока при коэффициента преобразования K=10 мА/мм, мм	от 0 до 2
Диапазон измерений линейного перемещения с датчиком ТМК-161-хх, мм	от 0 до 12
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений линейного перемещения, %	±5
Канал измерения поперечного перемещения ТМК-006ПП	
Диапазон измерений поперечного перемещения, мм	от 0 до 12
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений поперечного перемещения, %	±5

Канал измерения частоты вращения ТМК-007	
Диапазон измерений частоты вращения, об/мин	от 1 до 8000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты вращения, об/мин	± 1
Канал измерения частоты вращения ТМК-007Т	
Диапазон измерений частоты вращения, об/мин	от 1 до 4000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты вращения, об/мин	± 3
Канал измерения силы тока	
Диапазон измерения силы постоянного тока, мА	от -20 до +20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
Общие характеристики для всех каналов	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения каналов в диапазоне рабочих температур	0,6 основной погрешности
Нормальная область значений температуры, °С	20 $\pm$ 5