

ООО «ТМК Инновация»

Раздел "Методика поверки"

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГИИ СИ ВНИИМС

В.Н. Янин



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «ТМК Инновация»

М.Н. Колушов



СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РОТОРНЫХ АГРЕГАТОВ
"ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М»"

Руководство по эксплуатации

л.р. 28 141-04

г. Москва

3.3 Методика поверки системы

Настоящий раздел устанавливает методику первичной и периодической поверок системы.

Периодическая поверка производится при эксплуатации системы, в период текущего или капитального ремонта турбоагрегата.

Поверка многоканальных устройств производится по каждому каналу отдельно.

Допускается поверка системы непосредственно на контролируемом оборудовании.

3.3.1 Поверка каналов измерения параметров механических величин и вибрации

3.3.1.1 При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки указанные в таблице 19.

Таблица 19

Наименование операции	№ пункта поверки	Средство поверки	Обязательность операции при поверке	
			первичной	периодической
Внешний осмотр	3.3.1.4	Приспособление СП10, СП20, СП50, СП60. Электродинамический вибровозбудитель типа 11075 ROBOTRON.	Да	Да
Опробование	3.3.1.5		Да	Да
Определение основной погрешности измерения.	3.3.1.6 3.3.1.7 3.3.1.10		Да	Да
Поверка частотного диапазона, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики.	3.3.1.8 3.3.1.9	Глубиномер микрометрический ГМ 100 кл. 1 ГОСТ 7470-92 Индикатор часовой ИЧ50 кл. 1 ГОСТ 577-68 Индикатор часовой ИЧ10 кл. 1 ГОСТ 577-68 Вольтметр В7-27А/1 кл. 0,2. Источник питания постоянного тока В5-44 ±0,1В. Вибропреобразователь типа 8305 В&К и усилитель заряда типа 2635 В&К . Усилитель мощности LV 103 ROBOTRON. Генератор FG503 MONTECH 10 мГц...3 МГц ±0,1%. Цифровой мультиметр типа НР 34401А ±0,06%. Осциллограф GOS 620FG INSTЕК Уровень брусковый УБ200 ГОСТ 9392-89 ±0,006 мм/м Штангенциркуль 0-250мм/0,05 мм кл. 1 ГОСТ 166-89	Да	Да

Примечание:

Допускается замена приборов и оборудования на аналогичные с соответствующими метрологическими характеристиками.

3.3.1.2 Требования безопасности

Средства поверки, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.

3.3.1.3 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды $+20\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление 650-800 мм рт.ст. (86-106,7 кПа);
- напряжение питания $24\pm 3\text{ В}$;
- сопротивление нагрузки для выходного сигнала:

0 – 5 мА	$2\pm 0,05\text{ кОм}$;
4 – 20 мА	$200\pm 1\text{ Ом}$;

- отсутствие вибрации, внешних магнитных полей;
- измерительные каналы должны быть настроены в соответствии с «Инструкцией по настройке и регулированию».

3.3.1.4 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- комплектность и чистота измерительного канала;
- наличие маркировки;
- отсутствие повреждений корпуса, соединительных кабелей и соединений.

3.3.1.5 Опробование

Поверка производится для:

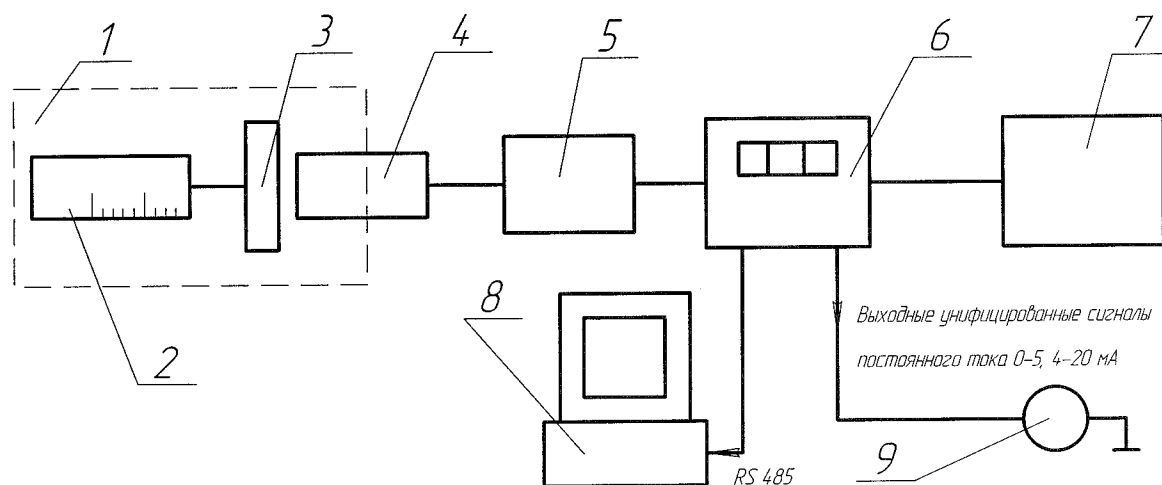
- канала измерения осевого сдвига ротора и статической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора на приспособлении СП10, в соответствии с рисунком 22;
- канала измерения относительного расширения ротора на приспособлении СП20, в соответствии с рисунком 23;
- канала измерения СКЗ виброскорости, в соответствии с рисунком 24;
- канала измерения числа оборотов и поверки динамической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора на приспособлении СП50, в соответствии с рисунком 25;
- канала измерения угла наклона поверхности на приспособлении СП60, в соответствии с рисунком 26.
- канала измерения линейного перемещения, в соответствии с рисунком 27

Перед поверкой необходимо произвести опробование.

Для опробования необходимо выполнить следующие операции:

- собрать схему поверки, в соответствии с рисунками 22 – 27;
- включить источник питания;
- создавая на стенде изменение параметра, опробовать работу измерительного канала.

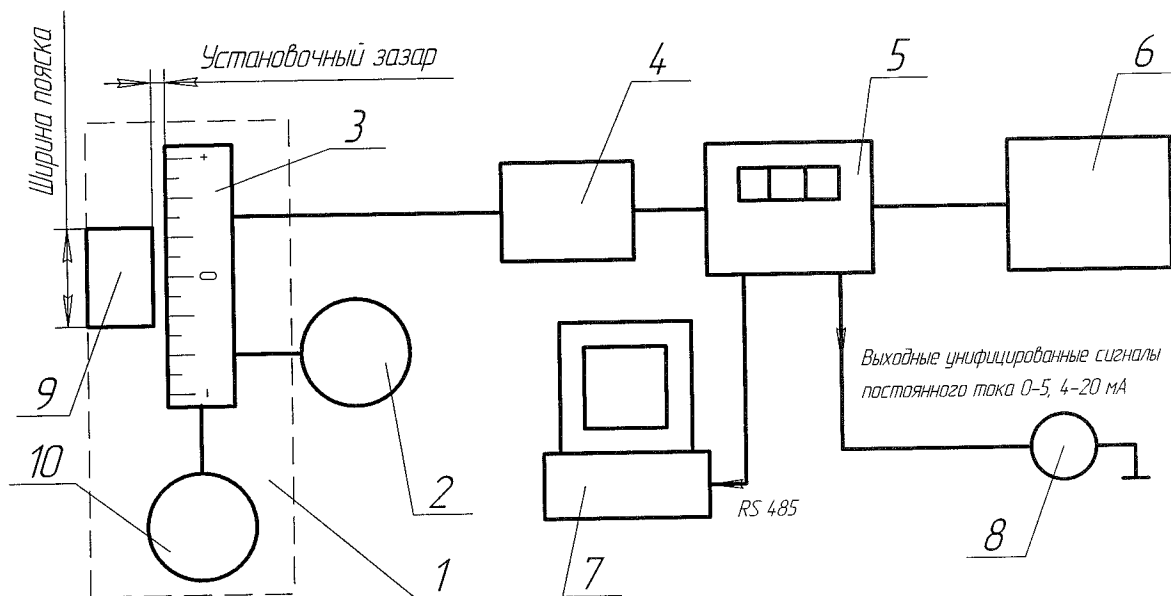
Схема структурная поверки канала измерения осевого сдвига ротора и поверки статической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора приведена на рисунке 22.



1. Приспособление СП10;
2. Глубиномер микрометрический ГМ 100;
3. Объект контроля;
4. Датчик;
5. Преобразователь ВК-316ОС/ИБ/ОВ;
6. Модуль измерительного контроллера ВК-361ОС/ИБ/ОВ;
7. Источник питания постоянного тока Б5-44;
8. Персональный компьютер;
9. Вольтметр Б7-27А/1.

Рисунок 22

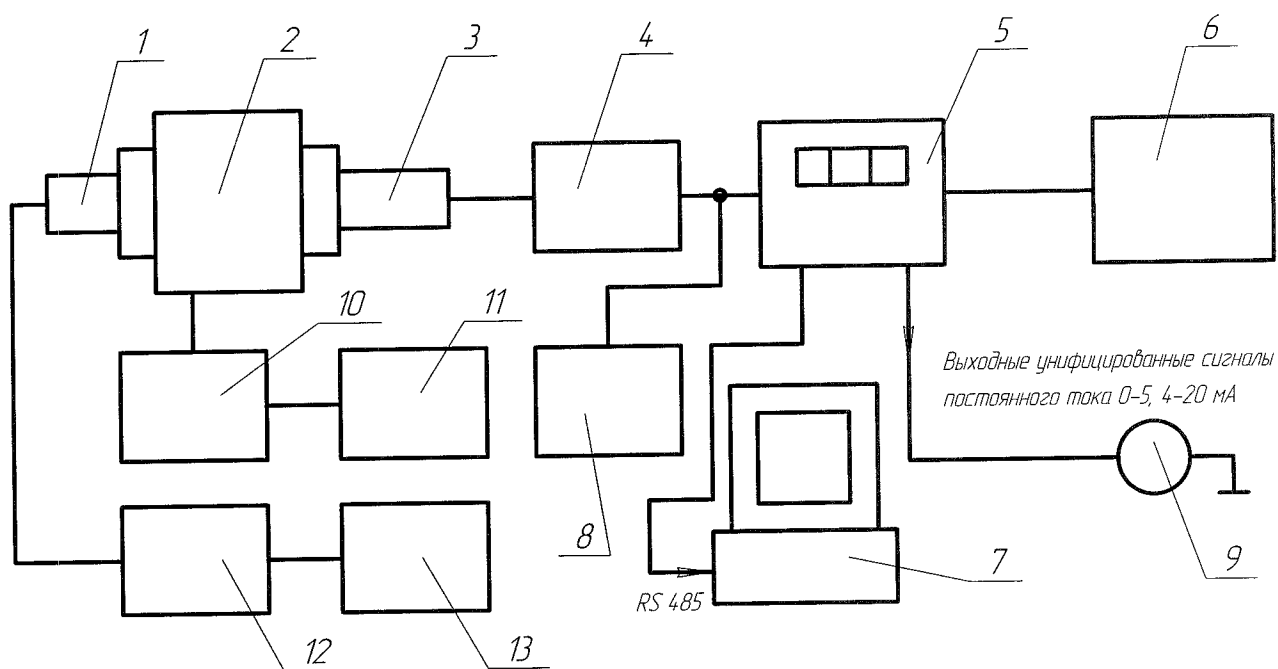
Схема структурная поверки канала измерения относительного расширения ротора приведена на рисунке 23.



1. Приспособление СП20;
2. Индикатор часового типа ИЧ10;
3. Датчик;
4. Преобразователь ВК-316ОР;
5. Модуль измерительного контроллера ВК-361ОР;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр Б7-27А/1;
9. Поясок (гребень);
10. Индикатор часового типа ИЧ50.

Рисунок 23

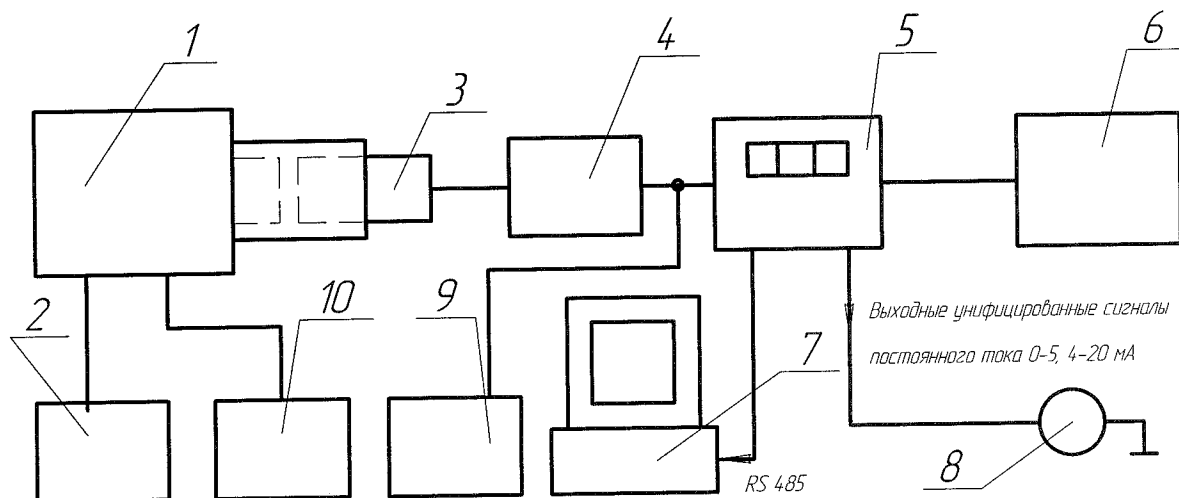
Схема структурная поверки канала измерения СКЗ виброскорости приведена на рисунке 24.



1. Вибропреобразователь типа 8305 B&K;
2. Электродинамический вибровозбудитель типа 11075 ROBOTRON;
3. Вибропреобразователь;
4. Преобразователь ВК-312;
5. Модуль измерительного контроллера ВК-321;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Осциллограф GOS 620FG INSTЕК;
9. Вольтметр Б7-27А/1;
10. Усилитель мощности LV 103 ROBOTRON;
11. Генератор FG503 MONTECH;
12. Усилитель заряда типа 2635 B&K;
13. Цифровой мультиметр типа HP 34401A.

Рисунок 24

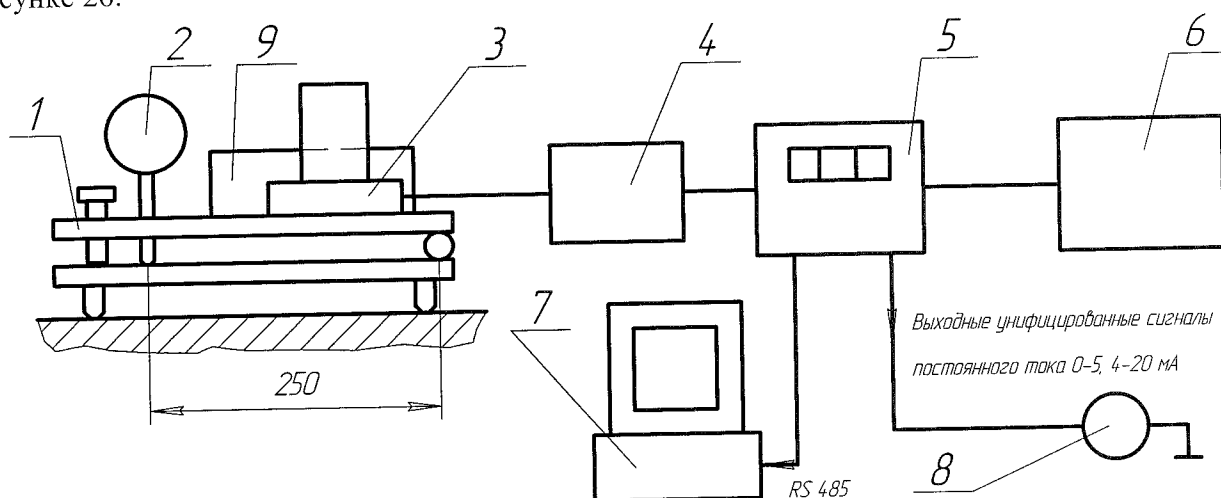
Схема структурная поверки канала измерения числа оборотов и поверки динамической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора приведена на рисунке 25.



1. Приспособление СП50;
2. Генератор FG503 MONTECH;
3. Датчик;
4. Преобразователь ВК-317, ВК-316ИВ/ОВ;
5. Модуль измерительного контроллера ВК-371, ВК-361ИВ/ОВ;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр Б7-27А/1;
9. Осциллограф GOS 620FG INSTEK;
10. Источник питания постоянного тока Б5-44.

Рисунок 25

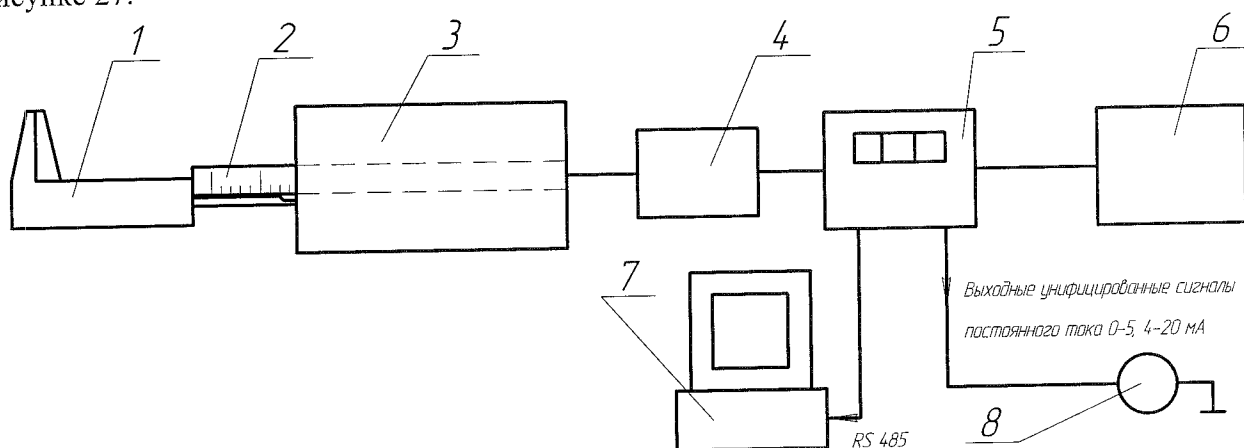
Схема структурная поверки канала измерения угла наклона поверхности приведена на рисунке 26.



1. Приспособление СП60;
2. Индикатор часового типа ИЧ10;
3. Датчик угла наклона;
4. Преобразователь ВК-316УН;
5. Модуль измерительного контроллера ВК-361УН;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр Б7-27А/1;
9. Уровень брусковый УБ150.

Рисунок 26

Схема структурная поверки канала измерения линейного перемещения приведена на рисунке 27.



1. Штангенциркуль;
2. Линейка датчика линейного перемещения;
3. Датчик линейного перемещения;
4. Преобразователь ВК-316ЛП;
5. Модуль измерительного контроллера ВК-361ЛП;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр Б7-27А/1;

Рисунок 27

3.3.1.6 Определение основной погрешности измерения канала измерения осевого сдвига ротора, относительного расширения ротора, угла наклона поверхности, линейного перемещения и проверка статической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора.

Датчик устанавливают на приспособлении в положении, при котором показание модуля 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 модуля измерительного контроллера, компьютера определить соответствующие значения смещения и унифицированных сигналов.

Основную приведенную погрешность измерения определяют по формулам:

- для компьютера и цифрового индикатора модуля измерительного контроллера

$$\delta_n = \frac{|S_i - S_n - S_0|}{S_g - S_n} \cdot 100\% \quad (1)$$

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

$$\delta_y = \frac{\left| S_i - S_0 - \frac{(S_g - S_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_g - I_n} - S_n \right|}{S_g - S_n} \cdot 100\% \quad (2)$$

где S_n – показание на компьютере и индикаторе измерительного модуля 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 модуля измерительного контроллера (для каналов измерения искривления и относительной вибрации вала $S_0 = 0$), мм
 S_g – верхнее значение диапазона измерения модуля измерительного контроллера, мм;
 S_n – нижнее значение диапазона измерения модуля измерительного контроллера, мм;
 I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;
 I_g – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала модуля измерительного контроллера, мА;
 I_n – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала модуля измерительного контроллера, мА;

Максимальные значения погрешности измерения не должны превышать значений указанных в п. 1.3.1-1.3.4, п. 1.3.6, п. 1.3.9 соответственно.

3.3.1.7 Определение основной погрешности измерения канала измерения СКЗ виброскорости.

Датчик устанавливают на вибростенде и на базовой частоте 79.6 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 относительную погрешность измерения определяют по формулам:

- для компьютера и цифрового индикатора модуля измерительного контроллера

$$\delta_c = \frac{|V_n - V_i|}{V_{\text{в}} - V_n} \cdot 100\% \quad (3)$$

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

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(V_{\text{в}} - V_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_{\text{в}} - I_n} + V_n - V_i \right|}{V_{\text{в}} - V_n} \cdot 100\% \quad (4)$$

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

V_i – значение СКЗ виброскорости по вибростенду, мм/с

$V_{\text{в}}$ – верхнее значение диапазона измерения модуля измерительного контроллера, мм/с;

V_n – нижнее значение диапазона измерения модуля измерительного контроллера, мм/с;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

$I_{\text{в}}$ – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала модуля измерительного контроллера, мА;

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

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в п.1.3.5.

3.3.1.8 Поверка частотного диапазона измерения, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики и канала измерения СКЗ виброскорости.

Установить датчик на вибростенде, воспроизвести колебания с частотой и амплитудой СКЗ виброскорости в соответствии с таблицей 20 и снять показания модуля измерительного контроллера и миллиамперметра подключенного в цепь модуля измерительного контроллера.

Таблица 20

Наименование параметра	Частота колебаний вибростенда, Гц											
	5	10	20	40	79,6	160	315	500	630	800	1000	2000
Значение СКЗ виброскорости по стенду мм/с;*	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
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 вибростенда.												

Неравномерность АЧХ по компьютеру и цифровому индикатору модуля измерительного контроллера определяется по формуле (5)

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

где V_n – показание компьютера, цифрового индикатора, мм/с (мкм);
 V_{δ} – показание компьютера, цифрового индикатора на базовой частоте, мм/с (мкм).

Неравномерность АЧХ для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА определяется по формуле (6)

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

где I_i – выходной ток модуля измерительного контроллера, мА;
 I_{δ} – выходной ток модуля измерительного контроллера на базовой частоте, мА.

Максимальное значение неравномерности АЧХ должно соответствовать требованиям п.1.3.5.

3.3.1.9 Поверка частотного диапазона измерения, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения относительной вибрации ротора и канала измерения искривления вала.

Установить датчик на приспособлении СП50, воспроизвести колебания с постоянной амплитудой и частотой в соответствии с таблицей 21 и снять показания модуля измерительного контроллера и миллиамперметра подключенного в цепь модуля измерительного контроллера.

Таблица 21

Наименование параметра	Частота колебаний стенда для относительного виброперемещения, Гц										
	5	10	20	40	80	160	315	500	800	1000	2000
	Частота колебаний стенда для искривления и боя, Гц										
	0,05	1	5	40	80	160	315	500	800	1000	2000
Значение виброперемещения по модулю измерительного контроллера, мкм											
Показание миллиамперметра, (I_i), мА											
Неравномерность АЧХ для компьютера и цифрового индикатора модуля измерительного контроллера, %											
Неравномерность АЧХ для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА, %											

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

Максимальное значение неравномерности АЧХ должно соответствовать требованиям п.1.3.6 и п.1.3.4 соответственно.

3.3.1.10 Определение основной погрешности измерения канала измерения числа оборотов.

Установить датчик на приспособлении СП50, генератором воспроизвести ряд значений оборотов вращения в об/мин, ориентировочно равный 12,5; 25; 50; 75; 100% диапазона измерения. Снять показания модуля измерительного контроллера и миллиамперметра подключенного в цепь модуля измерительного контроллера.

Основная погрешность измерения определяется по формулам:

– для компьютера, цифрового индикатора

$$\delta_c = \frac{|N_n - N_i|}{N_g - N_n} \cdot 100\% \quad (7)$$

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

$$\delta_i = \frac{\left| \frac{(N_g - N_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_g - I_n} - N_i \right|}{N_g - N_n} \cdot 100\% \quad (8)$$

где: N_n – число оборотов по компьютеру и цифровому индикатору, об/мин;

N_i – число оборотов по генератору $N_i = \frac{f[\Gamma_y]}{60}$, об/мин;

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

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

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

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

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

Абсолютная погрешность измерения по компьютеру и модулю измерительного контроллера определяется по формуле:

$$\Delta N = |N_T - N_i| \text{ [об/мин]} \quad (9)$$

где: N_T – число оборотов по компьютеру и модулю измерительного контроллера, об/мин;

N_i – число оборотов по генератору, об/мин.

3.3.2 Поверка каналов измерения токов, напряжений, температур.

3.3.2.1 При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки указанные в таблице 22.

Таблица 22

Наименование операции	№ пункта поверки	Средство поверки	Обязательность операции при поверке	
			первичной	периодической
Внешний осмотр	3.3.2.4	Цифровой мультиметр типа НР	Да	Да
Опробование	3.3.2.5	34401А ±0,06%;	Да	Да
Определение основной погрешности измерения.	3.3.2.6 3.3.2.7 3.3.2.8	Источник питания постоянного тока Б5-44; Вольтметр Б7-27А/1 кл. 0,1; Магазин сопротивлений МСР-54, ГОСТ 7003-54 кл. 0,1; Термометр с абсолютной погрешностью 0,1°С; Персональный компьютер; Делитель напряжения.	Да	Да
Примечание: Допускается замена приборов и оборудования на аналогичные с соответствующими метрологическими характеристиками.				

3.3.2.2 Требования безопасности

Средства поверки, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.

3.3.2.3 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды $+20 \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление 650-800 мм рт.ст. (86-106,7 кПа);
- напряжение питания $24 \pm 3 \text{ В}$;
- сопротивление нагрузки для выходного сигнала:

1 – 5 мА	$2 \pm 0,05 \text{ кОм}$;
4 – 20 мА	$200 \pm 1 \text{ Ом}$;

– отсутствие вибрации, внешних магнитных полей;
 – измерительные каналы должны быть настроены в соответствии с «Инструкцией по настройке и регулированию».

3.3.2.4 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- комплектность и чистота поверяемого канала устройства сбора данных и управления;
- наличие маркировки;
- отсутствие повреждений корпуса, соединительных кабелей и соединений.

3.3.2.5 Опробование

Поверка производится для:

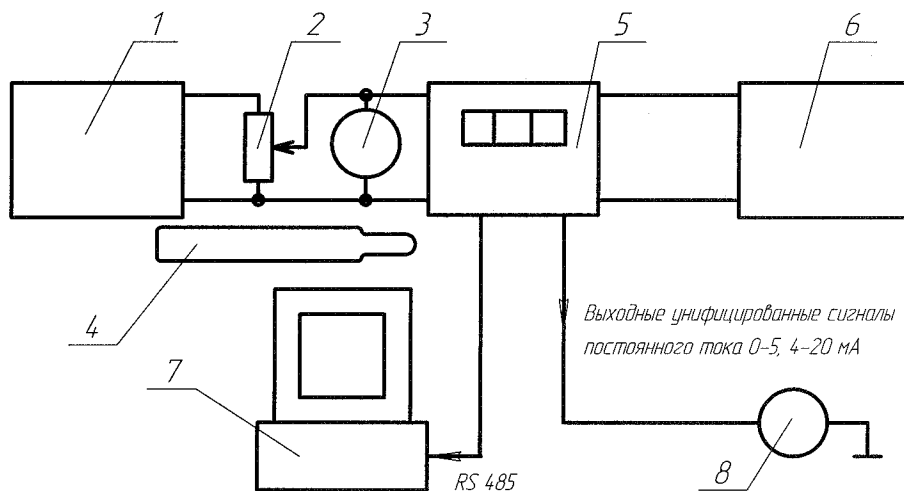
- канала измерения температуры термопарами рис.28
- канала измерения температуры термосопротивлением рис.29
- канала измерения тока рис.30
- канала измерения напряжения рис.31

Перед поверкой необходимо произвести опробование.

Для опробования необходимо выполнить следующие операции:

- собрать схему поверки, в соответствии с рисунками 28 – 31;
- включить источник питания;
- создавая на приборе изменение параметра, опробовать работу измерительного канала.

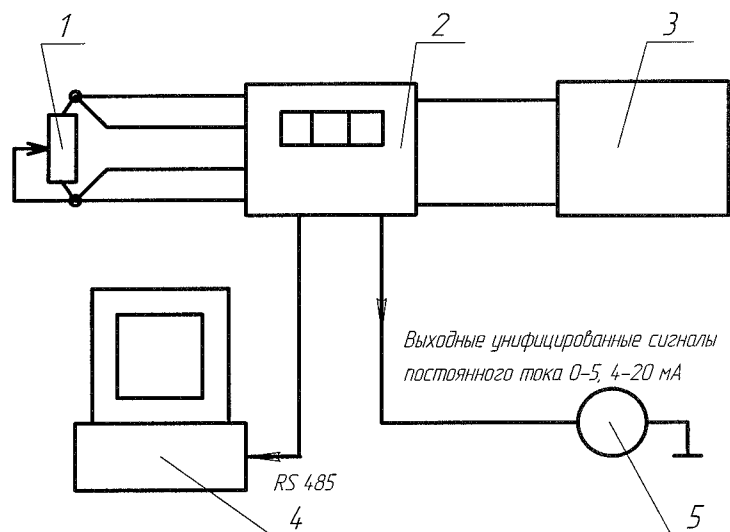
Схема структурная поверки канала измерения температуры термопарами приведена на рисунке 28.



1. Источник питания постоянного тока Б5-44;
2. Делитель напряжения;
3. Цифровой мультиметр типа НР 34401А;
4. Термометр с абсолютной погрешностью 0,1°C;
5. Устройство сбора данных и управления Орт-1/Т;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр Б7-27А/1.

Рисунок 28

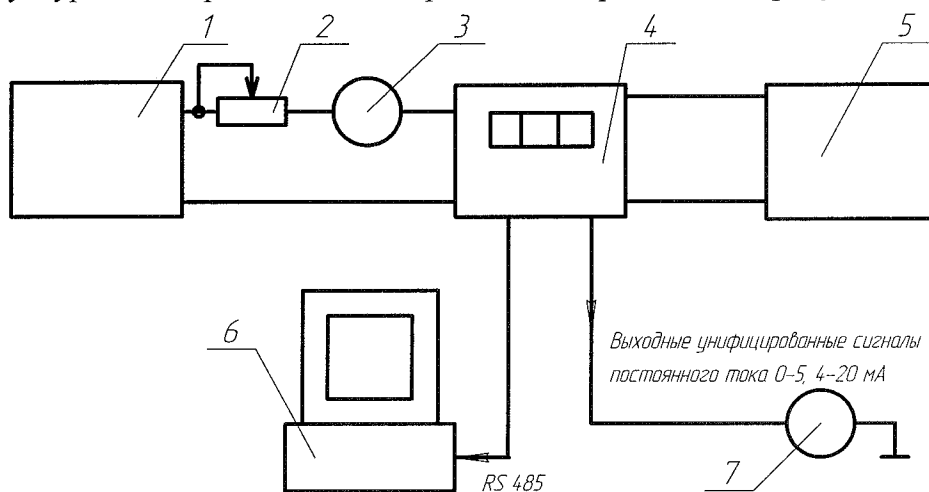
Схема структурная поверки канала измерения температуры термосопротивлением приведена на рисунке 29.



1. Магазин сопротивлений МСР-54, ГОСТ 7003-54 кл. 0,1;
2. Устройство сбора данных и управления Орт-1/R;
3. Источник питания постоянного тока Б5-44;
4. Персональный компьютер;
5. Вольтметр Б7-27А/1.

Рисунок 29

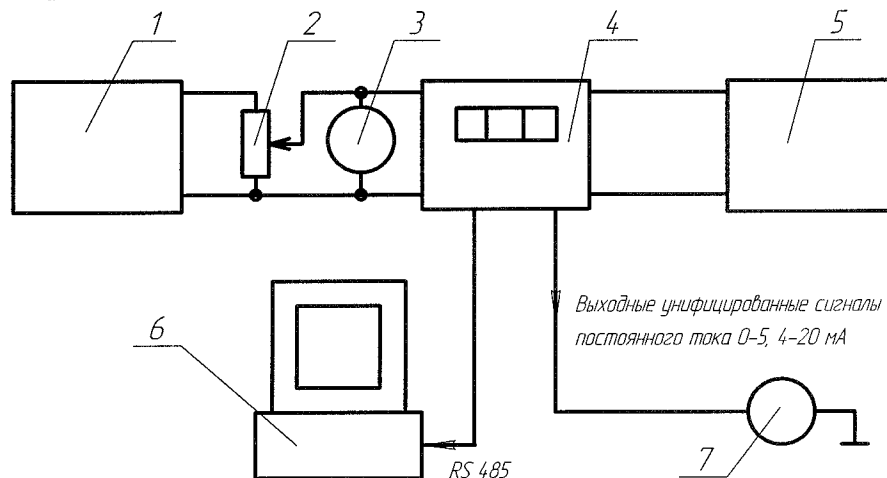
Схема структурная поверки канала измерения тока приведена на рисунке 30.



1. Источник питания постоянного тока Б5-44;
2. Магазин сопротивлений МСР-54, ГОСТ 7003-54 кл. 0,1;
3. Цифровой мультиметр типа HP 34401A;
4. Устройство сбора данных и управления Орт-1/I;
5. Источник питания постоянного тока Б5-44;
6. Персональный компьютер;
7. Вольтметр Б7-27А/1.

Рисунок 30

Схема структурная поверки канала измерения напряжения приведена на рисунке 31.



1. Источник питания постоянного тока Б5-44;
2. Магазин сопротивлений МСР-54, ГОСТ 7003-54 кл. 0,1;
3. Цифровой мультиметр типа НР 34401А;
4. Устройство сбора данных и управления Орт-1/У;
5. Источник питания постоянного тока Б5-44;
6. Персональный компьютер;
7. Вольтметр Б7-27А/1.

Рисунок 31

3.3.2.6 Определение основной погрешности измерения канала измерения температуры термопарами.

Выбрать пять точек T_i равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры в $^{\circ}\text{C}$. Найти для соответствующего типа термопар по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 значения термоэдс U_i в мВ для температур T_i . Измерить температуру T_{xc} вблизи места подключения холодных спаев термопар испытуемого канала. Найти по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 значения термоэдс U_{xc} в мВ, соответствующей температуре холодного спаев T_{xc} . Для каждой поверяемой точки рассчитать в мВ значение $T_i = U_i - U_{xc}$.

Подать напряжение на вход канала соответствующее T_i в мВ. Записать показания цифрового индикатора, компьютера и приборов в цепях унифицированных сигналов.

Основную погрешность измерения определяют по формулам:

- для компьютера и цифрового индикатора

$$\delta_c = \frac{|T_n - T_i|}{T_a - T_n} \cdot 100\% \quad (10)$$

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

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(T_a - T_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_a - I_n} + T_n - T_i \right|}{N_a - N_n} \cdot 100\% \quad (11)$$

где T_n – показание компьютера, цифрового индикатора, $^{\circ}\text{C}$;

T_i – значение температуры по таблицам, $^{\circ}\text{C}$;

T_a – верхнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления, $^{\circ}\text{C}$;

T_n – нижнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления, $^{\circ}\text{C}$;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

I_{σ} – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала устройства сбора данных и управления, мА;

I_{π} – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала устройства сбора данных и управления, мА.

Абсолютная погрешность измерения по компьютеру и устройству сбора данных и управления определяется по формуле:

$$\Delta T = |T_{\pi} - T_i| \text{ град} \quad (12)$$

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в п.1.3.10.

3.3.2.7 Определение основной погрешности измерения канала измерения температуры термосопротивлениями.

Выбрать пять точек T_i равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры в °С. Найти для соответствующего типа термосопротивлений по таблицам ГОСТ 6651-94 значения сопротивлений в Ом для температур T_i .

Подключить сопротивление на вход канала соответствующее T_i в Ом. Записать показания цифрового индикатора, компьютера и приборов в цепях унифицированных сигналов.

Основную погрешность измерения определяют по формулам 10, 11.

Абсолютная погрешность измерения по компьютеру и устройству сбора данных и управления определяется по формуле 12.

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в п.1.3.11.

3.3.2.8 Определение основной погрешности измерения канала измерения напряжения и силы 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 погрешность измерения определяют по формулам:

– для компьютера и цифрового индикатора

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

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

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(X_{\sigma} - X_{\pi}) \cdot (I_y - I_{\pi})}{I_{\sigma} - I_{\pi}} + X_{\pi} - X_i \right|}{X_{\sigma} - X_{\pi}} \cdot 100\% \quad (14)$$

где X_K – показание компьютера, цифрового индикатора;

X_i – значение по эталону;

X_{σ} – верхнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления;

X_{π} – нижнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления;

I_y – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

$I_{\text{в}}$ – верхнее значение шкалы токового унифицированного сигнала устройства сбора данных и управления, мА;

$I_{\text{н}}$ – нижнее значение шкалы токового унифицированного сигнала устройства сбора данных и управления, мА.

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в п.1.3.11 и п.1.3.12 соответственно.

3.3.3В случае отсутствия у потребителя образцовых средств измерений и испытательного оборудования, обеспечивающих требуемую точность измерения, допускается проводить поверку на имеющемся оборудовании, но при этом следует учитывать, что пределы допустимой погрешности измерения системы должны определяться с учетом погрешности испытательного оборудования по формуле:

$$\delta = \sqrt{(\delta_0)^2 + (\delta_{\text{си}})^2} \quad (15)$$

где δ_0 – пределы основной погрешности измерения канала;

$\delta_{\text{си}}$ – суммарная погрешность образцовых средств измерения.

3.3.4 Оформление результатов поверки

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