

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ



« 16 »

12

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «ТМК Инновация»

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ Колушов

« \_\_\_\_\_ »



2009 г.



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

Методика поверки  
ТМБН.421453.001 МП

н.р. 28171-10

Москва

2009

Настоящая методика поверки распространяется на систему мониторинга роторных агрегатов ИС АСУ ТП «ВЕКТОР-М»» (далее по тексту – система), предназначенную для непрерывного контроля состояния роторных агрегатов путем измерения параметров вибрации и мехвеличин, частоты вращения и тепломеханических параметров в процессе их эксплуатации и выпускаемую в соответствии с техническими условиями ТМБН.421453.001ТУ, и устанавливает порядок первичной и периодических поверок.

Первичная поверка системы проводится изготовителем при выпуске из производства или ремонта.

Периодическая поверка системы проводится изготовителем или органами Государственной метрологической службы. Межповерочный интервал – один год.

## 1.1 Операции проверки

1.1.1 При проведении проверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1

Таблица 1

| Наименование операции                                                                                                                                                        | № пункта поверки | Проведение операции при |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                              |                  | первичной поверке       | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр                                                                                                                                                             | 1.7.1            | Да                      | Да                    |
| 2 Опробование                                                                                                                                                                | 1.7.2            | Да                      | Да                    |
| <b>3 Определение метрологических характеристик</b>                                                                                                                           |                  |                         |                       |
| 3.1 Определение основной погрешности измерения каналов измерения осевого сдвига, поперечного перемещения, положения ротора, относительного расширения, линейного перемещения | 1.7.3            | Да                      | Да                    |
| 3.2 Поверка статической характеристики каналов измерения параметров относительной вибрации и искривления вала                                                                | 1.7.3            | Да                      | Да                    |
| 3.3 Определение основной погрешности измерения канала измерения параметров абсолютной вибрации                                                                               | 1.7.4            | Да                      | Да                    |
| 3.4 Поверка частотного диапазона, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения абсолютной вибрации                                       | 1.7.5            | Да                      | Да                    |

| Наименование операции                                                                                                                                                    | № пункта поверки | Проведение операции при |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                          |                  | первичной поверке       | периодической поверке |
| 3.5. Поверка частотного диапазона, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения параметров относительной вибрации и искривления вала | 1.7.6            | Да                      | Да                    |
| 3.6. Определение основной погрешности измерения канала измерения угла наклона поверхности                                                                                | 1.7.7            | Да                      | Да                    |
| 3.7. Определение основной погрешности измерения канала измерения частоты вращения                                                                                        | 1.7.8            | Да                      | Да                    |
| 3.8. Определение основной погрешности измерения канала измерения температуры термopарами                                                                                 | 1.7.9            | Да                      | Да                    |
| 3.9. Определение основной погрешности измерения канала измерения температуры термосопротивлениями                                                                        | 1.7.10           | Да                      | Да                    |
| 3.10. Определение основной погрешности измерения канала измерения тока                                                                                                   | 1.7.11           | Да                      | Да                    |
| 3.11. Определение основной погрешности измерения канала измерения напряжения                                                                                             | 1.7.11           | Да                      | Да                    |

## 1.2 Требования к квалификации поверителей

1.2.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации системы ТМБН.421453.001РЭ.

## 1.3 Требования безопасности

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

## 1.4 Условия поверки

1.4.1 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  $2 \pm 0,05$  кОм;

4 – 20 мА  $200 \pm 1$  Ом;

1.4.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть защищено от воздействия внешней вибрации, электрических и магнитных полей.

## 1.5 Средства поверки

1.5.1 При проведении проверки применяются образцовые средства измерения и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

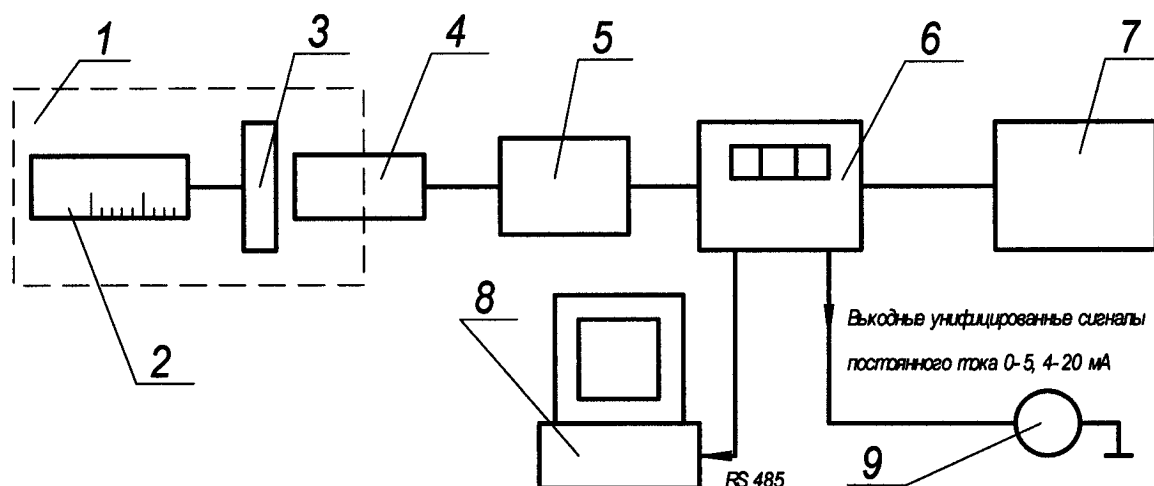
| Наименование образцового средства измерения<br>или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего<br>технические требования                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Приспособление СП10, СП20, СП50, СП60.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. Виброустановка электродинамическая ВСВ-133 ТУ 4277-034-00205435-02<br>или виброустановка, в состав которой входят:<br>– электродинамический вибровозбудитель типа 11075 ROBOTRON;<br>– вибропреобразователь типа 8305 B&K;<br>– усилитель заряда типа 2635 B&K;<br>– усилитель мощности LV 103 ROBOTRON |
| 3. Глубиномер микрометрический ГМ 100 кл. 1 ГОСТ 7470-92                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4. Индикатор часовой ИЧ50 кл. 1 ГОСТ 577-68                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. Индикатор часовой ИЧ10 кл. 1 ГОСТ 577-68                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. Вольтметр В7-27А/1 кл. 0,2                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7. Источник питания постоянного тока Б5-44 $\pm 0,1$ В.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8 Генератор FG503 MOTECN 10 мГц...3 МГц $\pm 0,1\%$ .                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9 Цифровой мультиметр типа НР 34401А $\pm 0,06\%$ .                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 Осциллограф GOS 620FG INSTЕК                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 Уровень ГОСТ 11196-74 модель 110 (0-10мм/м, $\pm 0,01$ мм/м)                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 Штангенциркуль 0-250мм/0,05 мм кл. 1 ГОСТ 166-89                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13 Магазин сопротивлений МСР-54 ГОСТ 7003-54 кл.0,1                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 Термометр с абсолютной погрешностью $0,1^{\circ}\text{C}$                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 Делитель напряжения                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Примечание – допускается применение других аналогичных измерительных приборов, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.                                                                                                                                                  |

## **1.6 Подготовка к поверке**

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

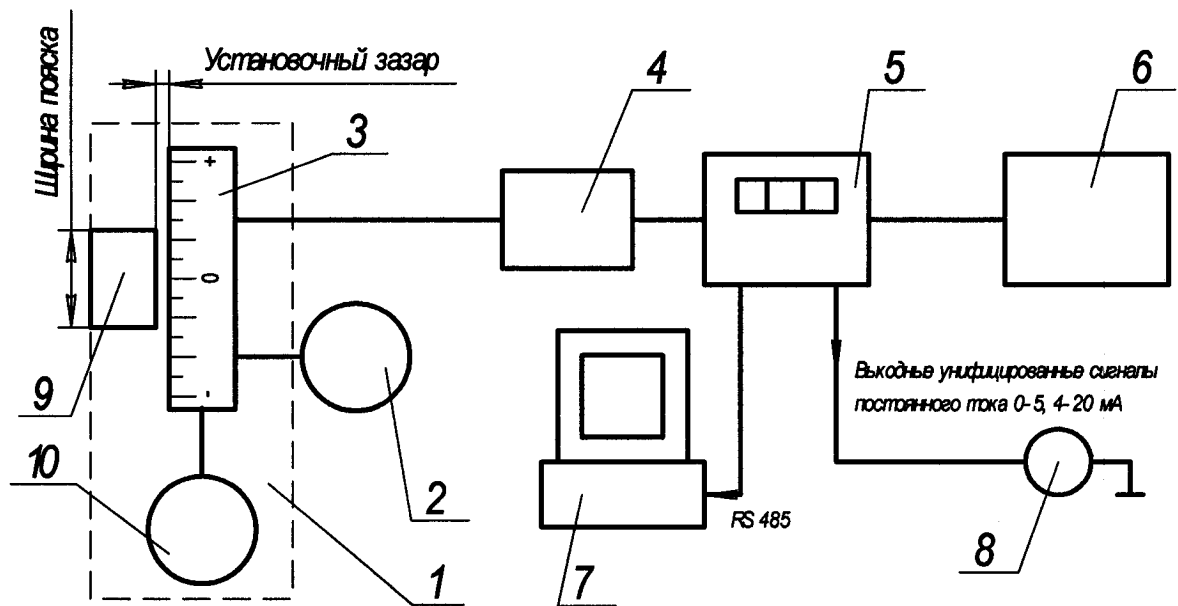
1.6.2 Для поверки собрать стенды в соответствии со схемами, приведенными на следующих рисунках:

- каналов измерения осевого сдвига ротора, поперечного перемещения, положения вала и статической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора на приспособлении СП10 – рисунке 1;
- канала измерения относительного расширения ротора на приспособлении СП20 – рисунке 2;
- канала измерения параметров абсолютной вибрации – рисунке 3;
- канала измерения частоты вращения и поверки динамической характеристики каналов искривления вала, относительной вибрации ротора на приспособлении СП50 – рисунке 4;
- канала измерения угла наклона поверхности на приспособлении СП60 – рисунке 5;
- канала измерения линейного перемещения – рисунком 6;
- канала измерения температуры термопарами – рисунком 7;
- канала измерения температуры термосопротивлениями – рисунком 8;
- канала измерения тока – рисунком 9;
- канала измерения напряжения – рисунком 10



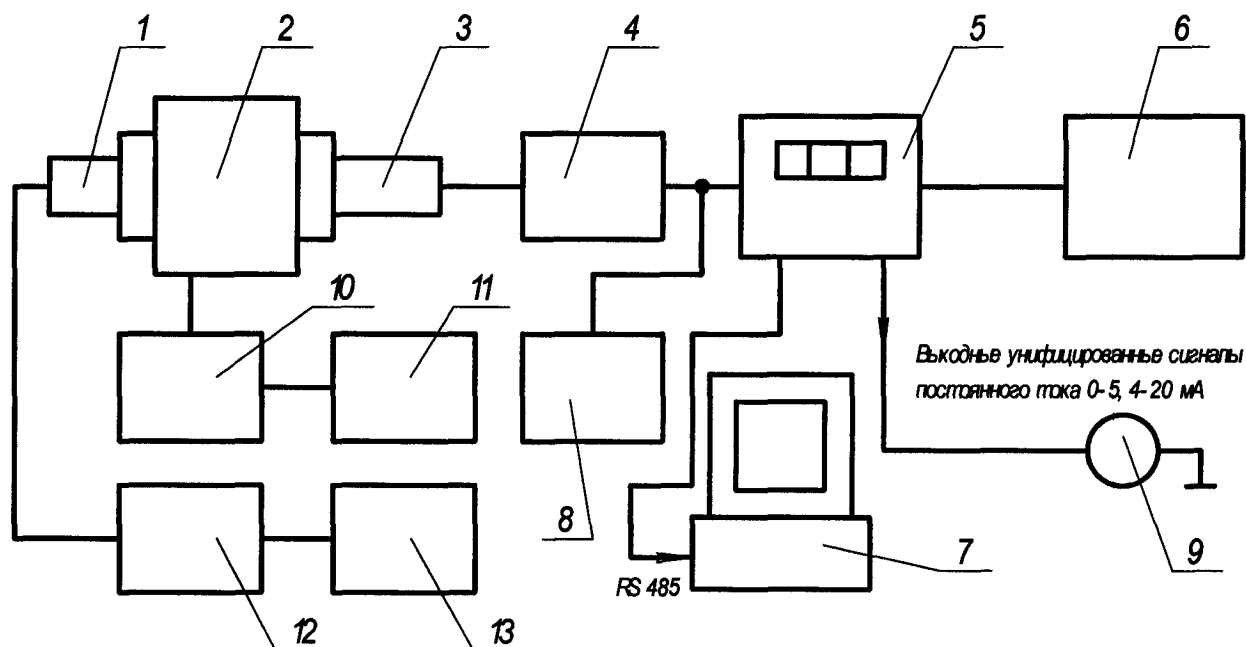
1. Приспособление СП10;
2. Глубиномер микрометрический ГМ 100;
3. Объект контроля;
4. Датчик;
5. Преобразователь;
6. Измерительный контроллер ТМК-361ОС/ПП/ПР/ИВ/ОВ;
7. Источник питания постоянного тока Б5-44;
8. Персональный компьютер;
9. Вольтметр В7-27А/1.

Рисунок 1 – Структурная схема поверки каналов измерения осевого сдвига, поперечного перемещения, положения ротора и поверки статической характеристики каналов измерения параметров относительной вибрации и искривления вала



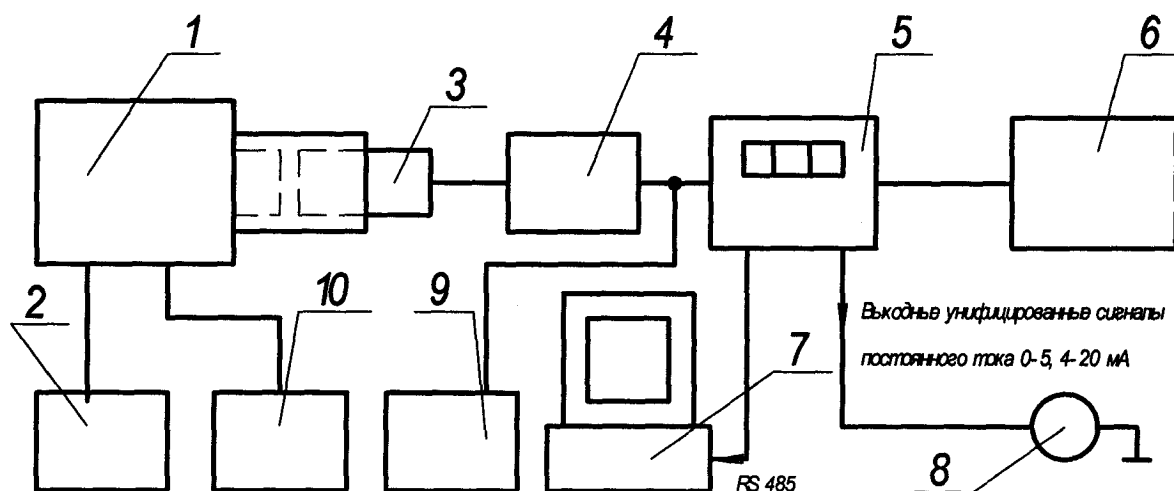
1. Приспособление СП20;
2. Индикатор часового типа ИЧ10;
3. Датчик;
4. Преобразователь;
5. Измерительный контроллер ТМК-361ОР;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр В7-27А/1;
9. Поясок (гребень);
10. Индикатор часового типа ИЧ50.

Рисунок 2 – Структурная схема поверки канала измерения относительного расширения ротора



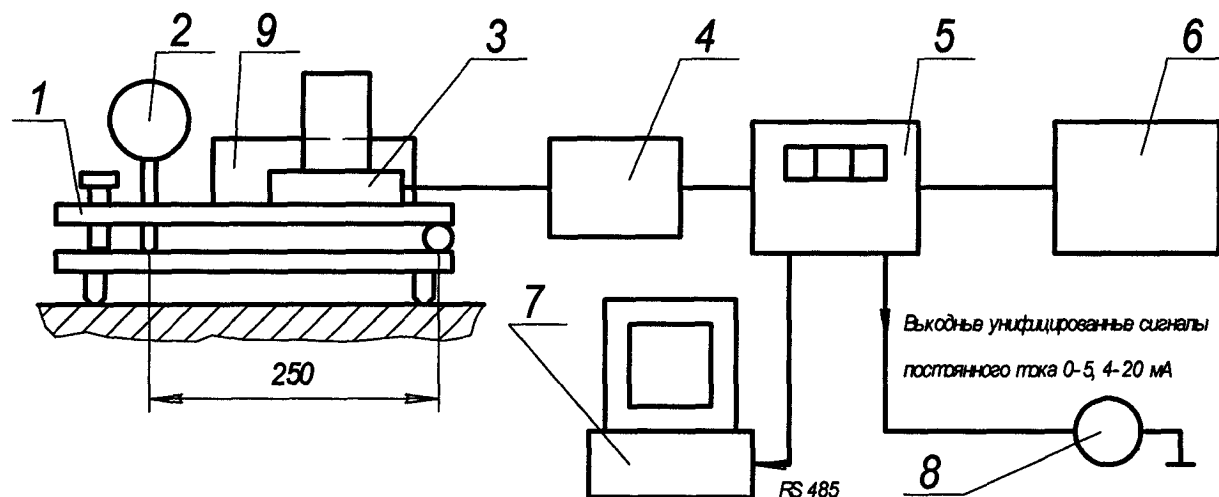
1. Вибропреобразователь типа 8305 B&K;
2. Электродинамический вибровозбудитель типа 11075 ROBOTRON;
3. Вибропреобразователь;
4. Вторичный преобразователь ТМК-221 (ТМК-222) ;
5. Измерительный контроллер ТМК-321;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Осциллограф GOS 620FG INSTЕК;
9. Вольтметр В7-27А/1;
10. Усилитель мощности LV 103 ROBOTRON;
11. Генератор FG503 MOTECH;
12. Усилитель заряда типа 2635 B&K;
13. Цифровой мультиметр типа HP 34401A

Рисунок 3 – Структурная схема поверки канала измерения параметров абсолютной вибрации



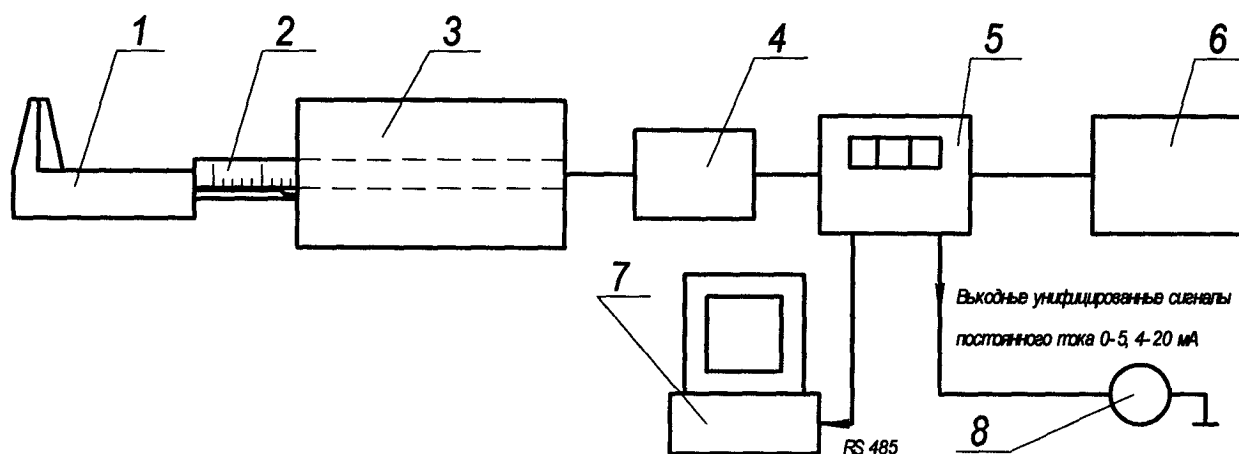
1. Приспособление СП50;
2. Генератор FG503 MOTECH;
3. Датчик;
4. Преобразователь;
5. Измерительный контроллер ТМК-371, ТМК-361ИБ/ОВ;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр В7-27А/1;
9. Осциллограф GOS 620FG INSTEK;
10. Источник питания постоянного тока Б5-44.

Рисунок 4 – Структурная схема поверки канала измерения частоты вращения и поверки динамической характеристики канала измерения искривления вала и параметров относительной вибрации



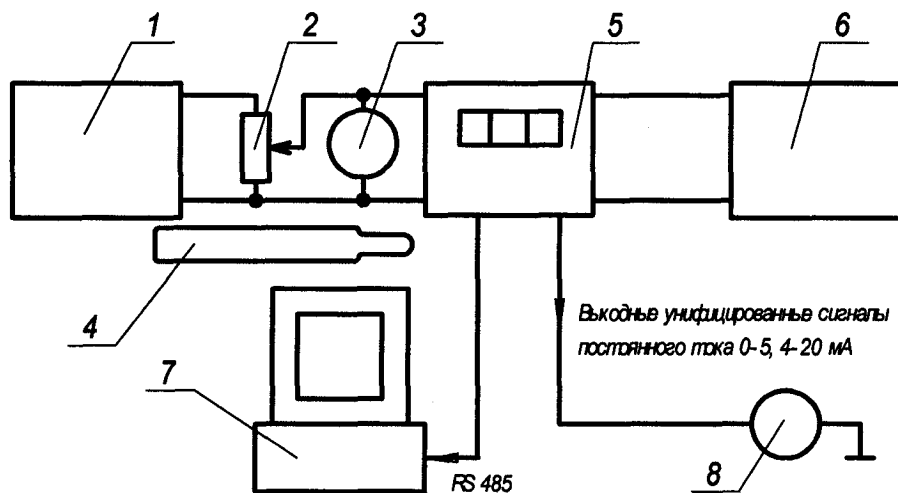
1. Приспособление СП60;
2. Индикатор часового типа ИЧ10;
3. Датчик угла наклона;
4. Преобразователь;
5. Измерительный контроллер ТМК-361 УН;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр В7-27А/1;
9. Уровень.

Рисунок 5 – Схема структурная поверки канала измерения угла наклона поверхности



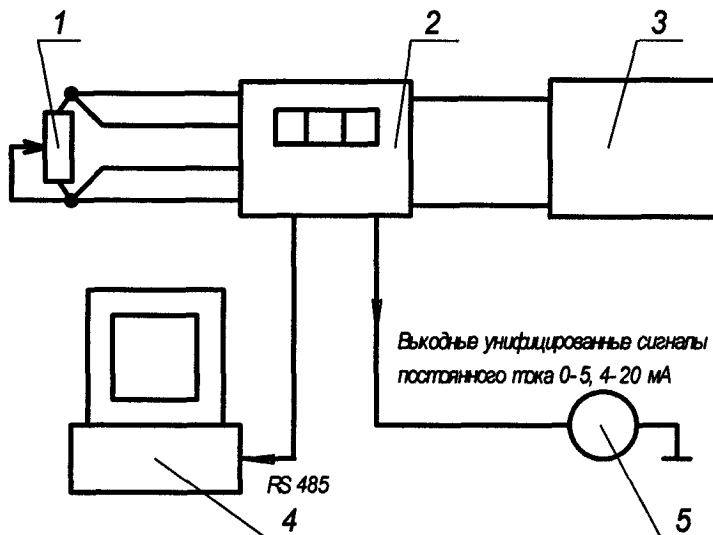
1. Штангенциркуль
2. Линейка датчика линейного перемещения
3. Датчик линейного перемещения;
4. Преобразователь;
5. Измерительный контроллер ТМК-361 ЛП;
6. Источник питания постоянного тока Б5-44;
7. Персональный компьютер;
8. Вольтметр В7-27А/1;

Рисунок 6 - Структурная схема поверки канала измерения линейного перемещения



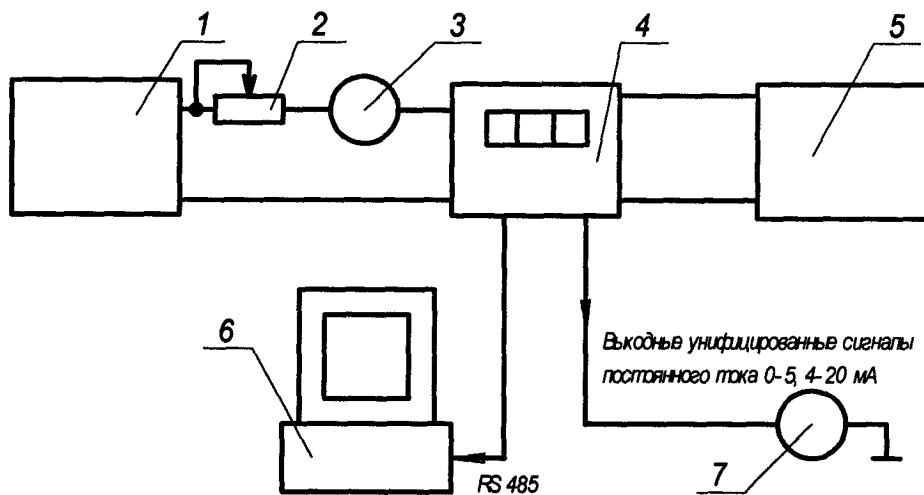
1. Источник питания постоянного тока
2. Делитель напряжения
3. Цифровой мультиметр
4. Термометр
5. Устройство сбора данных и управления Opt-1/T
6. Источник питания постоянного тока
7. Персональный компьютер
8. Вольтметр

Рисунок 7 – Структурная схема поверки канала измерения температуры термопарами



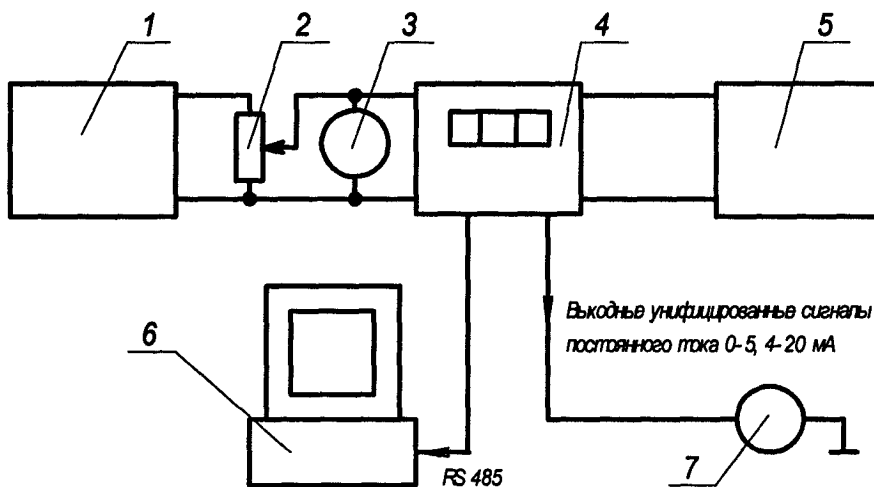
1. Магазин сопротивлений
2. Устройство сбора данных и управления Opt-1/R
3. Источник питания постоянного тока
4. Персональный компьютер;
5. Вольтметр

Рисунок 8 - Структурная схема поверки канала измерения температуры термосопротивлением



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

Рисунок 9 – Структурная схема поверки канала измерения тока



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

Рисунок 10 – Структурная схема поверки канала измерения напряжения

## 1.7 Проведение поверки

### 1.7.1 Внешний осмотр

1.7.1.1 При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

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

### 1.7.2 Опробование

1.7.2.1 При опробовании необходимо выполнить следующие операции:

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

**1.7.3 Определение основной погрешности измерения каналов измерения осевого сдвига, поперечного перемещения, положения ротора, относительного расширения, линейного перемещения и поверка статической характеристики каналов измерения параметров относительной вибрации и искривления вала**

Датчик 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% (–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 по формулам: для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

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

для унифицированного сигнала 0 – 5, 4 – 20 мА

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

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

$S_e$  – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм;

$S_n$  – нижнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм;

$I_y$  – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

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

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

Максимальные значения погрешности измерения не должны превышать значений указанных в разделе 1.5 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

#### **1.7.4 Определение основной погрешности измерения канала измерения параметров абсолютной вибрации**

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 измерительного контроллера

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

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

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(V_e - V_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_e - I_n} + V_n - V_i \right|}{V_i} \cdot 100\% \quad (4)$$

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

$V_i$  – значение СКЗ виброскорости по вибростенду, мм/с

$V_e$  – верхнее значение диапазона измерения измерительного контроллера, мм/с;

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

$I_y$  – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

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

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

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в разделе 1.5 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

### 1.7.5 Поверка частотного диапазона измерения, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения параметров абсолютной вибрации

Установить датчик на вибростенде, воспроизвести колебания с частотой и амплитудой СКЗ виброскорости в соответствии с таблицей 4 и снять показания измерительного контроллера и миллиамперметра, подключенного в цепь измерительного контроллера.

Таблица 4

| Наименование параметра                                                                                 | Частота колебаний вибростенда, Гц |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
|                                                                                                        | 5                                 | 10 | 20 | 40 | 80 | 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, (Ii), 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 измерительного контроллера определяется по формуле:

$$\delta = \frac{|V_n - V_6|}{V_6} \cdot 100\%$$

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

$V_6$  – показание компьютера, цифрового индикатора на базовой частоте, мм/с (мкм).

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

$$\delta = \frac{|I_i - I_0|}{I_0} \cdot 100\%$$

где  $I_i$  - выходной ток измерительного контроллера, мА;

$I_0$  - выходной ток измерительного контроллера на базовой частоте, мА.

Максимальное значение неравномерности АЧХ должно соответствовать требованиям в разделе 1.5.2 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

### 1.7.6 Поверка частотного диапазона измерения, определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерения параметров относительной вибрации и канала измерения искривления вала

Установить датчик на приспособлении СП50, воспроизвести колебания с постоянной амплитудой и частотой в соответствии с таблицей 5 и снять показания измерительного контроллера и миллиамперметра, подключенного в цепь измерительного контроллера.

Таблица 5

| Наименование параметра                                                                  | Частота колебаний стэнда для относительного виброперемещения, Гц |    |    |    |    |     |     |     |     |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|
|                                                                                         | 5                                                                | 10 | 20 | 40 | 80 | 160 | 315 | 500 | 800 | 1000 | 2000 |
|                                                                                         |                                                                  |    |    |    |    |     |     |     |     |      |      |
| 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 3, а для унифицированного токового сигнала 0-5, 4-20 мА определяется по формуле 4.

Максимальное значение неравномерности АЧХ должно соответствовать требованиям п.1.5.3 и 1.5.6 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

### 1.7.7 Определение основной погрешности измерения канала угла наклона поверхности.

Датчик 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% (–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 по формулам:

- для компьютера и цифрового индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = \frac{|S_n - S_i|}{S_i} \cdot 100 \% \quad (5)$$

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

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(S_e - S_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_e - I_n} + S_n - S_i \right|}{S_i} \cdot 100\% \quad (6)$$

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

$S_i$  – смещение по измерительному прибору на приспособлении, мм;

$S_e$  – верхнее значение диапазона измерения, мм;

$S_n$  – нижнее значение диапазона измерения, мм;

$I_y$  – унифицированный сигнал постоянного тока измерительного контроллера, мА;

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

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

Максимальные значения погрешности измерения не должны превышать значений указанных в разделе 1.5 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

### 1.7.8 Определение основной погрешности измерения канала измерения частоты вращения

Установить датчик 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 относительная погрешность измерения определяется по формулам:  
для компьютера, индикатора измерительного контроллера

$$\delta_c = \frac{|N_n - N_i|}{N_i} \cdot 100\%$$

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

$$\delta_i = \frac{\left| \frac{(N_s - N_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_s - I_n} - N_i \right|}{N_i} \cdot 100\% \quad (7)$$

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

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

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

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

$I_y$  – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

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

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

Основная абсолютная погрешность измерения по компьютеру и измерительному контроллеру определяется по формуле:

$$\Delta N = |N_T - N_i| \text{ [об/мин]} \quad (8)$$

где  $N_T$  – частота вращения по компьютеру и измерительному контроллеру, об/мин;

$N_i$  – частота вращения по генератору, об/мин.

### 1.7.9 Определение основной погрешности измерения канала измерения температуры термопарами

Выбрать пять точек  $T_i$  равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры в °С. 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 спая  $T_{xc}$ . 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 относительную погрешность измерения по унифицированному токовому выходу определяют по формулам:

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(T_e - T_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_e - I_n} + T_n - T_i \right|}{T_i} \cdot 100\% \quad (9)$$

где  $T_n$  – показание компьютера, цифрового индикатора, °С;

$T_i$  – значение температуры по таблицам, °С;

$T_e$  – верхнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления, °С;

$T_n$  – нижнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления, °С;

$I_y$  – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

$I_e$  – 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.

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

$$\Delta T = |T_n - T_i| \text{ град} \quad (10)$$

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в разделе 1.5 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

### 1.7.10 Определение основной погрешности измерения канала измерения температуры термосопротивлением

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 относительную погрешность измерения по унифицированному токовому выходу определяют по формуле 9.

Основная абсолютная погрешность измерения по компьютеру и устройству сбора данных и управления определяется по формуле 10.

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в разделе 1.5 технических условий ТМБН.421453.001ТУ

### 1.7.11 Определение основной погрешности измерения канала измерения тока и напряжения

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

$$\delta_c = \frac{|X_K - X_i|}{X_i} \cdot 100\% \quad (15)$$

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

$$\delta_y = \frac{\left| \frac{(X_c - X_n) \cdot (I_y - I_n)}{I_c - I_n} + X_n - X_i \right|}{X_i} \cdot 100\% \quad (16)$$

где  $X_K$  – показание компьютера, цифрового индикатора;

$X_i$  – значение по эталону;

$X_v$  – верхнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления;

$X_n$  – нижнее значение диапазона измерения устройства сбора данных и управления;

$I_y$  – унифицированный сигнал постоянного тока, мА;

$I_v$  – 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.

Максимальное значение погрешности измерения не должно превышать значений указанных в разделе 1.5 технических условий ТМБН.421453.001ТУ.

1.7.18 В случае отсутствия у заказчика 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:

$$\delta = \sqrt{(\delta_0)^2 + (\delta_{cu})^2}$$

где  $\delta_0$  – пределы основной погрешности измерения канала;

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

## **1.8 Оформление результатов поверки.**

1.8.1 Результаты поверки заносятся в паспорт. Положительные результаты оформляются свидетельством о поверке, а отрицательные - соответствующим актом.

ООО ТМК Инновация, 127550, Москва, ул. Прянишникова, д. 19А, строение 8,  
телефон/факс: +7 (495) 6200900