

Согласовано  
Генеральный директор  
ЗАО «Технические системы  
и технологии»



С.Н. Рогов  
2014 г.

Утверждаю  
Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.И. Ханов  
2014 г.

ВИБРОМЕТР-БАЛАНСИРОВЩИК  
ТСТ 2301  
ТКНЮ.402152.004Д1

Методика поверки

(вводится впервые)

Руководитель лаборатории  
ФГУП «ВНИИМ  
им. Д.И. Менделеева»

С.Е. Верозубов

Санкт-Петербург  
2014 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Нерв. примен.

Справ. №

**Подп. и дата**

ИНВ. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

					ТКНЮ.402152.004Д1							
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.	Кусмарцева				Виброметр-балансировщик ТСТ 2301				Лит.	Листов	Лист	
Провер.	Точилкин										2	32
Н. контр.	Кле-				Методика поверки				ЗАО «ТСТ»			
Утв.												

## Введение

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на виброметр-балансировщик ТСТ 2301 (далее по тексту – изделие), ТКНЮ.402152.004 и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

Первичная поверка изделия при выпуске из производства осуществляется органами государственной метрологической службы.

Периодическая поверка изделия при эксплуатации и после ремонта производится органами метрологической службы, аккредитованными в установленном порядке.

Интервал между поверками – 2 года.

Инв. № подл.	Подп. и да-	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1					Лист
										3



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
7	Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброскорости, относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот	4.7	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер ЧЗ-63	Да	Да
8	Проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости и относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости	4.8	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер ЧЗ-63	Да	Да
9	Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости	4.9	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер ЧЗ-63	Да	Да
10	Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброперемещения, относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в рабочем диапазоне частот	4.10	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер ЧЗ-63	Да	Да
11	Проверка диапазона измерений СКЗ виброперемещения и относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в рабочем диапазоне СКЗ виброперемещения	4.11	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер ЧЗ-63	Да	Да
12	Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения	4.12	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер ЧЗ-63	Да	Да

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1	Лист
						5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
13	Проверка диапазона измерений частоты вращения, и определения основной относительной погрешности измерений частоты вращения	4.13	Генератор ГЗ-123 Частотомер ЧЗ-63	Да	Да
14	Проверка диапазона частот пропускания полосовых фильтров по виброскорости	4.14	Генератор ГЗ-123 Мультиметр Agilent 34401A Вольтметр В7-43 Частотомер ЧЗ-63	Да	Да

\* Характеристики средств измерений:

- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123: диапазон частот от 1 Гц до 300 кГц, пределы основной относительной погрешности установки частоты  $\pm 1,5 \%$ , диапазон амплитуд выходного напряжения от 1 до 23 В на нагрузке 50 Ом;

- мультиметр Agilent 34401A: диапазон частот измерений СКЗ переменных напряжений от 3 Гц до 300 кГц, диапазон измеряемых СКЗ переменных напряжений от 1 мВ до 750 В, погрешность до  $\pm 0,15 \%$ ;

- вольтметр В7-43: диапазон частот от 0,01 до 20 Гц, диапазон измерения напряжения от  $10^{-3}$  до 1000 В, погрешность  $\pm 0,5 \%$ ;

- частотомер ЧЗ-63: диапазон частот от 0,1 Гц до 200 МГц, погрешность  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ ;

- секундомер СОСпр-26-2-000: пределы измерений 60 мин, 60 с, погрешность  $\pm 0,1$  с.

1.2 Допускается применение приборов других типов, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

1.3 Средства измерений должны быть поверены органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<div>ТКНЮ.402152.004Д1</div> <div>Лист 6</div>	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 Требования безопасности

2.1 К поверке изделия допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, прошедшие обучение в установленном порядке и изучившие руководство по эксплуатации изделия.

2.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования, изложенные в ГОСТ 12.2.007.0-75 "Изделия электротехнические. Общие требования безопасности".

2.3 Установку средств поверки производить при выключенном напряжении питания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ТКНЮ.402152.004Д1					Лист
										7
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

--

--

- |  |
|--|
|  |
|--|

--

--



#### 4 Проведение поверки


##### 4.1 Внешний осмотр

###### 4.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность изделия;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в руководстве по эксплуатации изделия;
- отсутствие загрязнений;
- наличие всех крепежных элементов;
- закрепительные клейма (пломбы) ОТК не должны иметь нарушений.

4.1.2 Изделие не соответствует требованиям технических условий (далее – ТУ) и признается непригодным к применению, если не выполняется хотя бы одно из выше указанных условий. На непригодное к эксплуатации изделие выдается извещение о непригодности с указанием причин.

##### 4.2 Опробование и определение времени установления рабочего режима

4.2.1 Включить изделие, нажав кнопку . При нажатии кнопки включения изделия включить секундомер.

4.2.2 После отображения на экране изделия главного меню остановить секундомер.

4.2.3 Результат операции считается положительным, если значение интервала времени между включением изделия и отображением на экране изделия главного меню не более 10 с.

##### 4.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

4.3.1 Для определения номера версии программного обеспечения (далее – ПО), необходимо выполнить следующие действия:

- считать с экрана номер версии согласно руководству по эксплуатации;
- проверить соответствие идентификационных данных, указанных в документе ТКНЮ.402152.004ПС. В случае несоответствия следует обратиться к изготовителю.

4.4 Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброускорения, относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения, неравномерности амплитудно-частотной характеристики в рабочем диапазоне частот.

4.4.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1 приложения А.

4.4.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1					Лист
										9

вид сигнала – СКЗ;  
 параметр вибрации – м/с<sup>2</sup>;  
 полоса частот – 0,5...25600;  
 усреднение – нормально;  
 коэффициент усиления – 1.

4.4.3 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{вх} = 0,5$  Гц и СКЗ входного напряжения  $U_{вх}$ , В, рассчитанное по формуле:

$$U_{вх} = K_{п} \cdot a_{е\max}, \quad (1)$$

где  $K_{п}$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя, мВ·с<sup>2</sup>/м;

$a_{е\max}$  – максимальное СКЗ виброускорения, 400 м/с<sup>2</sup>;

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью вольтметра типа Agilent 34401A, на частотах ниже 4 Гц использовать вольтметр типа В7-43.

4.4.4 Произвести измерение СКЗ виброускорения для чего нажать клавишу *измерение*. Измерения повторить еще два раза, поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 4.3.3. Результаты измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$a_{е\max}$ , м/с <sup>2</sup>	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $a_{еi}$ , м/с <sup>2</sup>	$a_{е\text{ср}}$ , м/с <sup>2</sup>	$\delta_{a_e f}$ , %
0,5	400				
1					
2					
2,5					
4					
5					

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Инв. № дубл.
	Взам. инв. №
	Подп. и дата
	Инв. № подл.

Продолжение таблицы 2

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$a_{е\ max}$ , $м/с^2$	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $a_{ei}$ , $м/с^2$	$a_{е\ ср}$ , $м/с^2$	$\delta_{a_e f}$ , %
10	400				
12,5					
16					
20					
25					
31,5					
40					
50					
63					
80					
100					
125					

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

11

Продолжение таблицы 2

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$a_{е\max}$ , $\text{м/с}^2$	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $a_{еi}$ , $\text{м/с}^2$	$a_{е\text{ср}}$ , $\text{м/с}^2$	$\delta_{a_e f}$ , %
160	400				
200					
250					
315					
400					
500					
630					
800					
1000					
1250					
1600					
2000					

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

Продолжение таблицы 2

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$a_{е\ max}$ , м/с <sup>2</sup>	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $a_{ei}$ , м/с <sup>2</sup>	$a_{е\ ср}$ , м/с <sup>2</sup>	$\delta_{a_e f}$ , %
2500	400				
3150					
4000					
5000					
6300					
8000					
10000					
20000					
25600					

4.4.5 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее измеренное значение СКЗ виброускорения, м/с<sup>2</sup>:

$$a_{е\ ср} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 a_{ei} . \quad (2)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.4.6 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения, % при максимальном по уровню входном сигнале  $a_{a \max}$ :

$$\delta_{a_e f} = \frac{a_{e \text{ср}} - a_{e \max}}{a_{e \max}} \cdot 100 \quad (3)$$

4.4.7 По данным таблицы вычислить значение неравномерности АЧХ, %:

$$\gamma = \frac{a_{e \text{ср.} f \max} - a_{e \text{ср.} f 160}}{a_{e \text{ср.} f 160}} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $f_{\max}$  — частота, на которой измеренное значение СКЗ виброускорения в таблице 2 максимально отличается от аналогичного параметра при частоте входного сигнала  $f = 160$  Гц;

$a_{e \text{ср.} f \max}$  — результат измерения, максимально отличающийся от результата измерения, полученного на частоте 160 Гц;

$a_{e \text{ср.} f 160}$  — усредненный результат измерения на частоте 160 Гц.

4.4.8 Результат операции считается положительным, если в диапазоне частот измерений СКЗ виброускорения значения относительной погрешности не превышают  $\pm 4$  % и неравномерность АЧХ не более  $\pm 5$  %.

4.5 Проверка диапазона измерений СКЗ виброускорения и относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне СКЗ виброускорения

4.5.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1.

4.5.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

вид сигнала – СКЗ;

параметр вибрации –  $\text{м/с}^2$ ;

полоса частот – 0,5...25600;

усреднение – нормально;

коэффициент усиления – 1 для СКЗ напряжения от 0,4 до 5 В (10 – для СКЗ напряжения от 40 до 400 мВ, 100 – для СКЗ напряжения до 40 мВ).

4.5.3 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{\text{вх}} = 160$  Гц и СКЗ входного напряжения  $U_{\text{вх}}$ , В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вх}} = K_{\text{п}} \cdot a_{e \text{вх}}, \quad (6)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя,  $\text{мВ} \cdot \text{с}^2/\text{м}$ ;

$a_{e \text{вх}}$  – СКЗ виброускорения,  $\text{м/с}^2$ ;

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью вольтметра типа Agilent 34401А.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
	Взам. инв. №			
	Подп. и дата			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
ТКНЮ.402152.004Д1				Лист
				14

4.5.4 Произвести измерение СКЗ виброускорения. Измерения повторить еще два раза. Результаты измерений занести в таблицу 3.

4.5.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.5.3 и 4.5.4, для других СКЗ виброускорения, указанных в таблице 3.

4.5.6 По результатам измерений для каждого СКЗ виброускорения по формуле (2) вычислить среднее значение СКЗ виброускорения. Результаты вычислений занести в таблицу 3.

Таблица 3

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$a_{е\text{ вх}}$ , $\text{м/с}^2$	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $a_{ei}$ , $\text{м/с}^2$	$a_{е\text{ ср}}$ , $\text{м/с}^2$	$\delta_{a_e a}$ , %
160	0,1				
	5				
	50				
	100				
	400				

4.5.7 Для каждого СКЗ виброускорения вычислить значения относительной погрешности измерений, %:

$$\delta_{a_e a} = \frac{a_{е\text{ ср}} - a_{е\text{ вх}}}{a_{е\text{ вх}}} \cdot 100 \quad (7)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 3.

4.5.8 Результат операции считается положительным, если в диапазоне измерений СКЗ виброускорения значения относительной погрешности не превышают  $\pm 3\%$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

#### 4.6 Методика определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения

4.6.1 Основная относительная погрешность измерений СКЗ виброускорения рассчитывается при доверительной вероятности 0,95:

$$\Delta_{a_e} = 1,1 \sqrt{(\delta_{a_e \max f})^2 + (\delta_{a_e \max a})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (8)$$

где  $\Delta_{a_e}$  – основная относительная погрешность измерений СКЗ виброускорения изделия, %;

$\delta_{a_e \max f} = |\delta_{a_e kf}|_{\max}$  – максимальное значение относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в диапазоне частот, %, определяемое по таблице 2;

$\delta_{a_e \max a} = |\delta_{a_e ka}|_{\max}$  – максимальное значение относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в диапазоне СКЗ, %, определяемое по таблице 3;

$\delta_{np}$  – относительная погрешность вольтметра в режиме измерений переменных напряжений  $\delta_U$ , используемого при проведении испытаний, %.

4.6.2 Результат операции считается положительным, если полученные значения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения не превышают  $\pm 6$  %.

4.7 Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброскорости, определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот.

4.7.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1.

4.7.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

вид сигнала – СКЗ;

параметр вибрации – мм/с;

полоса частот – 0,5...25600;

усреднение – нормально;

коэффициент усиления – 1 для СКЗ напряжения от 0,4 до 5 В (10 – для СКЗ напряжения от 40 до 400 мВ, 100 – для СКЗ напряжения до 40 мВ).

4.7.3 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{вх} = 10$  Гц и СКЗ входного напряжения  $U_{вх}$ , В, рассчитанное по формуле:

$$U_{вх} = 2\pi f_{вх} \cdot v_{e \text{ вх}} \cdot K_{п}, \quad (9)$$

где  $f_{вх}$  – частота входного сигнала, Гц;

$v_{e \text{ вх}}$  – СКЗ виброскорости в соответствии с таблицей 4;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1				
					Лист 16				



$K_n$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя,  $\text{мВ} \cdot \text{с}^2/\text{м}$ ;

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью вольтметра типа Agilent 34401A.

4.7.4 Произвести измерение СКЗ виброскорости. Измерения повторить еще два раза. Результаты занести в таблицу 4.

4.7.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.7.3 и 4.7.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$v_{е вх}$ , мм/с	СКЗ напряже- ния $U_{вх}$ , В	Измеренное СКЗ $v_{ei}$ , мм/с	$v_{е ср}$ , мм/с	$\delta_{v_{е f}}$ , %			
10	100							
20		100						
40			100					
80				100				
160	100							
500		100						
1000			50					

4.7.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее измеренное СКЗ виброскорости, мм/с:

$$V_{ecp} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 V_{ei} . \quad (10)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

4.7.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, %:

$$\delta_{v_{ef}} = \frac{v_{e_{cp}} - v_{e_{bx}}}{v_{e_{bx}}} \cdot 100. \quad (11)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

4.7.8 Результат операции считается положительным, если в диапазоне частот измерений СКЗ виброскорости значения относительной погрешности не превышают  $\pm 4\%$ .

4.8 Проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости и определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости

4.8.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1.

4.8.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

вид сигнала – СКЗ;

параметр вибрации – мм/с;

полоса частот – 0,5...25600;

усреднение – нормально;

коэффициент усиления – 1 для СКЗ напряжения от 0,4 до 5 В (10 – для СКЗ напряжения от 40 до 400 мВ, 100 – для СКЗ напряжения до 40 мВ).

4.8.3 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{bx} = 80$  Гц и СКЗ напряжения  $U_{bx}$ , В, рассчитанного по формуле:

$$U_{bx} = 2\pi f_{bx} \cdot v_{e_{bx}} \cdot K_{п}, \quad (14)$$

где  $f_{bx}$  – частота входного сигнала, Гц;

$v_{e_{bx}}$  – СКЗ виброскорости, м/с;

$K_{п}$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя, мВ·с<sup>2</sup>/м;

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью вольтметра типа Agilent 34401A.

4.8.4 Произвести измерение СКЗ виброскорости. Измерения повторить еще два раза. Результаты измерений занести в таблицу 5.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1					Лист
										18

--

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.8.7 Для каждого СКЗ виброскорости вычислить значения относительной погрешности:

$$\delta_{v_{ekV}} = \frac{V_{ecp} - V_{eBX}}{V_{eBX}} \cdot 100 \quad (15)$$

Результаты занести в таблицу 5.

4.8.8 Результат операции считается положительным, если в диапазоне измерений СКЗ виброскорости значения относительной погрешности не превышают  $\pm 3 \%$ .

4.9 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости.

4.9.1 Основная относительная погрешность измерений СКЗ виброскорости рассчитывается при доверительной вероятности 0,95:

$$\Delta_{v_e} = 1,1 \sqrt{(\delta_{v_e \max f})^2 + (\delta_{v_e \max v})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (16)$$

где  $\Delta_{v_e}$  – основная относительная погрешность измерений виброскорости, %;

$\delta_{v_e \max f} = |\delta_{v_e kf}|_{\max}$  – максимальное значение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в диапазоне частот, %, определяемое по таблице 4;

$\delta_{v_e \max v} = |\delta_{v_e kv}|_{\max}$  – максимальное значение относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости в диапазоне СКЗ, %, определяемое по таблице 5;

$\delta_{np}$  – относительная погрешность вольтметра в режиме измерений переменных напряжений  $\delta_U$ , используемого при проведении испытаний, %.

4.9.2 Результат операции считается положительным, если полученные значения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости не превышают  $\pm 6 \%$ .

4.10 Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброперемещения, относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в рабочем диапазоне частот

4.10.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1.

4.10.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

вид сигнала – СКЗ;

параметр вибрации – мкм;

полоса частот – 10...1000;

усреднение – нормально;

коэффициент усиления – 1 для СКЗ напряжения от 0,4 до 5 В (10 – для СКЗ напряжения от 40 до 400 мВ, 100 – для СКЗ напряжения до 40 мВ).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1				
					Лист				
					20				

4.10.3 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{\text{вх}} = 10 \text{ Гц}$  и СКЗ входного напряжения  $U_{\text{вх}}$ , В, рассчитанное по формуле:

$$U_{BX} = (2\pi f_{BX})^2 \cdot S_{e_{BX}} \cdot K_{\Pi}, \quad (17)$$

где  $f_{\text{BX}}$  – частота входного сигнала, Гц;

$S_{e_{BX}}$ —СКЗ виброперемещения в соответствии с таблицей 6, м;

$K_n$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя,  $\text{мВ} \cdot \text{с}^2/\text{м}$ .

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью вольтметра типа Agilent 34401A.

4.10.4 Произвести измерение СКЗ виброперемещения. Измерения повторить еще два раза. Результаты занести в таблицу 6.

4.10.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.10.2 и 4.10.3, при всех значениях частот, указанных в таблице 6.

### Таблица 6

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$S_{e\max}$ , МКМ	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $S_{ei}$ , МКМ	$S_{e\text{cp}}$ , МКМ	$\delta_{s_e f}$ , %
10	1000				
20	1000				
40	1000				
80	1000				
160	450				
250	100				
500	45				

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

4.10.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее измеренное значение СКЗ виброперемещения, мкм:

$$s_{\text{ср}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 s_{ei} . \quad (18)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 6.

4.10.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения, % при максимальном по уровню входном сигнале  $s_{\text{е max}}$ :

$$\delta_{s_{ef}} = \frac{s_{\text{ср}} - s_{\text{е max}}}{s_{\text{е max}}} \cdot 100 . \quad (19)$$

4.10.8 Результат операции считается положительным, если в диапазоне частот измерений СКЗ виброперемещения значения относительной погрешности не превышают  $\pm 4 \%$ .

4.11 Проверка диапазона измерений СКЗ виброперемещения и относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в рабочем диапазоне СКЗ виброперемещения

4.11.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1.

4.11.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

вид сигнала – СКЗ;

параметр вибрации – мкм;

полоса частот – 10...1000;

усреднение – нормально;

коэффициент усиления – 1 для СКЗ напряжения от 0,4 до 5 В (10 – для СКЗ напряжения от 40 до 400 мВ, 100 – для СКЗ напряжения до 40 мВ).

4.11.3 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{\text{вх}} = 40$  Гц и СКЗ входного напряжения  $U_{\text{вх}}$ , В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вх}} = (2\pi f_{\text{вх}})^2 \cdot s_{\text{е вх}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (20)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент преобразования вибропреобразователя,  $\text{мВ} \cdot \text{с}^2/\text{м}$ ;

$s_{\text{е вх}}$  – СКЗ виброперемещения, м.

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью вольтметра типа Agilent 34401A.

4.11.4 Произвести измерение СКЗ виброперемещения. Измерения повторить еще два раза. Результаты занести в таблицу 7.

4.11.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.11.2 и 4.11.3, для других СКЗ виброперемещения, указанных в таблице 7.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<div style="text-align: center;"> <p>ТКНЮ.402152.004Д1</p> </div>	Лист
						22
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.11.6 По результатам измерений для каждого СКЗ виброперемещения по формуле (18) вычислить среднее значение СКЗ виброперемещения. Результаты вычислений занести в таблицу 7.

4.11.7 Для каждого СКЗ виброперемещения вычислить значения относительной погрешности измерений, %:

$$\delta_{s_{e e}} = \frac{s_{e c p} - s_{e v x}}{s_{e v x}} \cdot 100 \quad (21)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$s_{e v x}$ , МКМ	СКЗ напряжения $U_{вх}$ , В	Измеренное значение $s_{e i}$ , МКМ	$s_{e c p}$ , МКМ	$\delta_{s_{e e}}$ , %
40	1				
	10				
	50				
	100				
	500				
	1000				
	5000				

4.11.8 Результат операции считается положительным, если в диапазоне измерений СКЗ виброперемещения значения относительной погрешности не превышают  $\pm 3\%$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

## 4.12 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения

4.12.1 Основная относительная погрешность измерений СКЗ виброперемещения рассчитывается при доверительной вероятности 0,95:

$$\Delta_{s_e} = 1,1 \sqrt{(\delta_{s_e \max f})^2 + (\delta_{s_e \max s})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (17)$$

где  $\Delta_{s_e}$  — основная относительная погрешность измерений СКЗ виброперемещения, %;

$\delta_{s_e \max f} = |\delta_{s_e kf}|_{\max}$  — максимальное значение относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в диапазоне частот, %, определяемое по таблице 6;

$\delta_{s_e \max s} = |\delta_{s_e ks}|_{\max}$  — максимальное значение относительной погрешности измерения СКЗ виброперемещения в диапазоне СКЗ, %, определяемое по таблице 7;

$\delta_{np}$  — относительная погрешность вольтметра в режиме измерений переменных напряжений  $\delta_U$ , используемого при проведении испытаний, %.

4.12.2 Результат операции считается положительным, если полученные значения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения не превышают  $\pm 6$  %.

## 4.13 Проверка диапазона измерений частоты вращения и определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения

4.13.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.2.

4.13.2 Включить изделие.

4.13.3 Установить на выходе генератора типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{вх} = 0,5$  Гц и амплитуду напряжения  $U_{вх} = 12$  В.

4.13.4 Произвести измерение частоты. Измерения повторить еще два раза. Результаты измерений занести в таблицу 8.

Таблица 8

Амплитуда напряжения входного сигнала $U_{вх}$ , В	Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$f_i$ , Гц	$f_{ср}$ , Гц	$\delta_f$ , %
12	0,5			
	1			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1					Лист
										24



Продолжение таблицы 8

Амплитуда напряжения входного сигнала $U_{вх}$ , В	Частота входного сигнала $f_{вх}$ , Гц	$f_i$ , Гц	$f_{ср}$ , Гц	$\delta_f$ , %
12	10			
	100			
	200			
	500			
	1000			

4.13.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.12.3 и 4.12.4, для других значений частот вращения, представленных в таблице 8.

4.13.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее значение частоты, Гц:

$$f_{ср} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 f_i, \quad (22)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 8.

4.13.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений, %:

$$\delta_f = \frac{f_{ср} - f_{вх}}{f_{вх}} \cdot 100 \quad (23)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 8.

4.13.8 Основная относительная погрешность измерений частоты вращения рассчитывается при доверительной вероятности 0,95:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1				
					Лист 25				

$$\Delta_f = 1,1\sqrt{(\delta_{f_{\max}})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (24)$$

где  $\Delta_f$  – основная относительная погрешность измерений частоты вращения роторных узлов, %;

$\delta_{f_{\max}} = |\delta_f|_{\max}$  – максимальное значение относительной погрешности измерений частоты вращения, %;

$\delta_{np}$  – относительная погрешность установки частоты генератора, %.

4.13.9 Результат операции считается положительным, если полученные значения основной относительной погрешности измерений частоты вращения не превышают  $\pm 1$  %.

4.14 Проверка диапазона частот пропускания полосовых фильтров по виброскорости

4.14.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А1 приложения А

4.14.2 Включить изделие. В появившемся меню в соответствии с руководством по эксплуатации ТКНЮ.402152.004РЭ выбрать и установить:

вид сигнала – СКЗ;

параметр вибрации – мм/с;

полоса частот – 10...1000 – для фильтра 10 – 1000 Гц;

усреднение – нормально;

коэффициент усиления – 1 для СКЗ напряжения от 0,4 до 5 В (10 – для СКЗ напряжения от 40 до 400 мВ, 100 – для СКЗ напряжения до 40 мВ).

4.14.3 При проверке фильтров 2 – 1000 Гц, 10 – 2000 Гц устанавливать соответственно полосы частот 2...1000 и 10...2000.

4.14.4 Установить на генераторе типа ГЗ-123 частоту входного сигнала  $f_{вх}$  в соответствии с таблицей для каждого фильтра и СКЗ входного напряжения  $U_{вх}$ , В, рассчитанное по формуле (9).

4.14.5 Произвести измерение СКЗ виброскорости. Измерения повторить еще два раза. Результаты занести в соответствующую таблицу.

4.14.6 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.14.2 и 4.14.3, при всех значениях частот, указанных в таблице 9 для полосового фильтра 10 – 1000 Гц, в таблице 10 для полосового фильтра 2 – 1000 Гц, в таблице 11 для полосового фильтра 10 – 2000 Гц.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1					Лист
										26

Таблица 9

Частота входного сигнала, $f_{вх}$ , Гц	$V_{е\text{ вх}}$ , мм/с	СКЗ напряже- ния входного сигнала $U_{вх}$ , В	Измерен- ное СКЗ $V_{еи}$ , мм/с	$K_{отн. пр}$	$K_{пр}$ ГОСТ 2954	$\delta_{v_{еf}}$ , %
2,5	100				0,01–0,025	
10	100				0,8–1,1	
20	100				0,9–1,1	
40	100				0,9–1,1	
80	100				1,0	
160	100				0,9–1,1	
500	100				0,9–1,1	
1000	50				0,8–1,1	
4000	10				0,01–0,025	

Таблица 10

Частота входного сигнала, $f_{вх}$ , Гц	$V_{е\text{ max}}$ , мм/с	СКЗ напряже- ния входного сигнала $U_{вх}$ , В	Измеренное СКЗ $V_{еи}$ , мм/с	$K_{отн. пр}$	$K_{пр}$ ГОСТ 2954	$\delta_{v_{еf}}$ , %
0,5	100				0,01–0,025	
2,0	100				0,8–1,1	
4,0	100				0,9–1,1	
20	100				0,9–1,1	
40	100				0,9–1,1	
80	100				1,0	
160	100				0,9–1,1	
250	100				0,9–1,1	
500	100				0,9–1,1	
1000	50				0,8–1,1	
4000	15				0,01–0,025	

Таблица 11

Частота входного сигнала, $f_{вх}$ , Гц	$V_{е\text{ вх}}$ , мм/с	СКЗ напряже- ния входного сигнала $U_{вх}$ , В	Измеренное СКЗ $V_{еи}$ , мм/с	$K_{отн. пр}$	$K_{пр}$ ГОСТ 2954	$\delta_{v_{еf}}$ , %
2,5	100				0,01–0,025	
10	100				0,8–1,1	
20	100				0,9–1,1	
40	100				0,9–1,1	
80	100				1,0	
160	100				0,9–1,1	
500	100				0,9–1,1	
1000	50				0,9–1,1	
2000	25				0,8–1,1	
8000	5				0,01–0,025	

Инов. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

27

4.14.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений виброскорости (кроме частот, находящихся вне диапазонов полосовых фильтров) по формуле:

$$\delta_{v_{ef}} = \frac{V_{ei} - V_{e_{BX}}}{V_{e_{BX}}} \cdot 100. \quad (26)$$

...

4.14.8 По результатам измерений СКЗ виброскорости вычислить коэффициенты передачи фильтра изделия на всех частотах по формуле:

$$K_{kf} = V_{e \text{ ср. kf}} / V_{e_{BX}}, \quad (27)$$

где  $K_{kf}$  – коэффициент передачи фильтра на частоте  $f_{BX}$ ;

$V_{e \text{ ср. kf}}$  – средний результат измерений СКЗ виброскорости на заданной частоте.

$V_{e_{BX}}$  – СКЗ виброскорости в соответствии с таблицами 9...11.

4.14.9 По результатам измерений, приведенных в таблицах 9...11, вычислить коэффициенты преобразования фильтров изделия относительно частоты 80 Гц по формуле:

$$K_{\text{отн пр.}} = K_{kf} / K_{k 80}, \quad (28)$$

где  $K_{\text{отн пр.}}$  – относительный коэффициент преобразования фильтра;

$K_{k 80}$  – коэффициент передачи фильтра на частоте 80 Гц.

Результаты вычислений занести в таблицу соответствующего фильтра.

4.14.10 Вычисленные относительные коэффициенты преобразования фильтра должны находиться в пределах допустимых отклонений коэффициента преобразования  $K_{пр}$ , приведенных в таблице соответствующего фильтра.

4.14.11 Результат операции считается положительным, если значения измеренного коэффициента передачи для каждого фильтра изделия в полосе его пропускания находятся в пределах, а вне полосы пропускания не превышают пределов значений, заданных ГОСТ ИСО 2954-97 коэффициентов передачи, приведенных в таблицах 9–11 для соответствующего фильтра и полученные значения относительной погрешности в диапазонах частот измерений СКЗ виброскорости не превышают  $\pm 4\%$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1				
					Лист				
					28				

--

5.2 Если изделие по результатам поверки признано непригодным к применению, выписывается «Извещение о непригодности» по форме ПР 50.2.006-94.

5.3 Изделие, не прошедшее поверку, запрещается к применению.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата							
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТКНЮ.402152.004Д1						Лист
											29

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)  
СХЕМЫ ИСПЫТАНИЙ

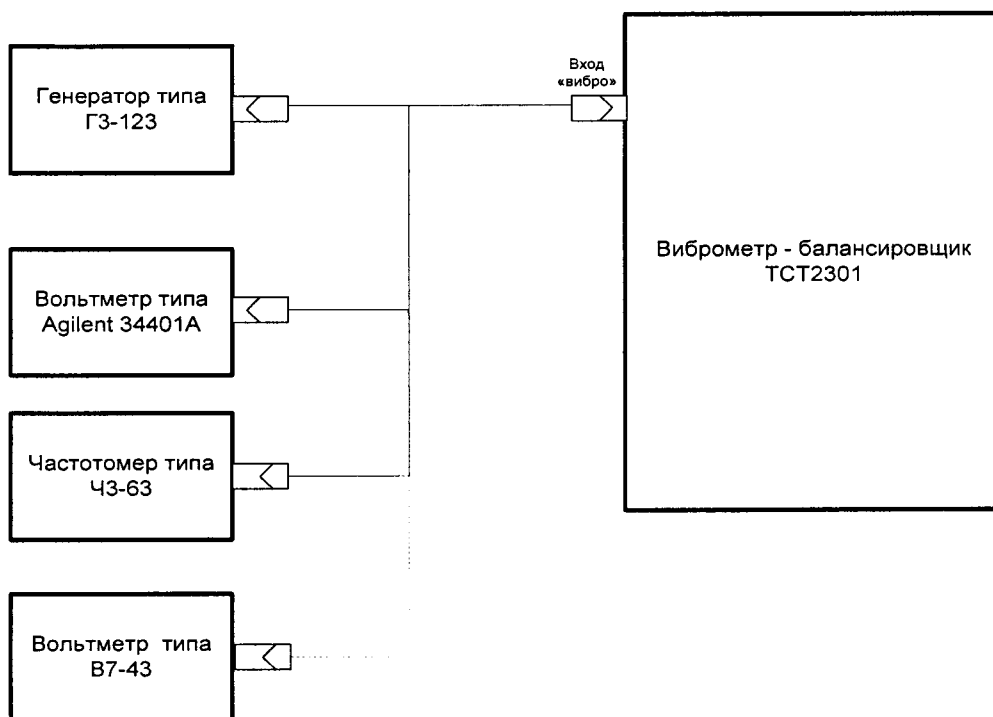


Рисунок А.1. Схема испытаний для проверки:

диапазонов частот измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения;  
 диапазонов измерений СКЗ виброускорения, виброскорости и виброперемещения;  
 неравномерности амплитудно-частотной характеристики;  
 основной относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения;  
 диапазонов частот пропускания полосовых фильтров.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
Изм	Подп. и дата				30
	Лист				
	№ докум.				
	Подпись				
Дата				ТКНЮ.402152.004Д1	

43-63

Вольтметр типа В7-43

Рисунок А.1. Схема испытаний для проверки:

диапазонов частот измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения;

диапазонов измерений СКЗ виброускорения, виброскорости и виброперемещения;

неравномерности амплитудно-частотной характеристики;

основной относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения;

диапазонов частот пропускания полосовых фильтров.

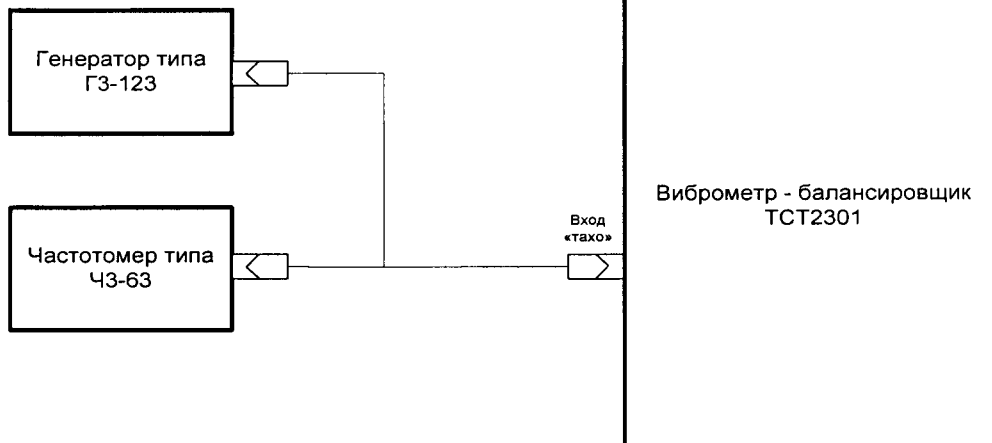


Рисунок А.2. Схема испытаний для проверки:  
диапазона измерений частоты вращения;  
основной относительной погрешности измерений частоты вращения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
<p>Рисунок А.2. Схема испытаний для проверки: диапазона измерений частоты вращения; основной относительной погрешности измерений частоты вращения</p>				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
ТКНЮ.402152.004Д1				Лист
				31

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата