

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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Операции поверки и средства поверки	4
2 Требования безопасности	7
3 Условия поверки.....	8
4 Проведение поверки.....	9
5 Оформление результатов поверки.....	29
Приложение А. Схемы испытаний	30
Лист регистрации изменений	32

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Кусмарцева			
Провер.	Точилкин			
Н. контр.	Кле-			
Утв.				

Виброметр-балансировщик TCT 2301	Лит.	Листов	Лист
		2	32
Методика поверки			ЗАО «TCT»

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

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

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

3

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства, указанные в таблице 1:

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта на- стоящей методики проверки	Наименование средств проверки *	Обязательность про- ведения операции при	
				первич- ной по- верке	periоди- ческой проверке
1	2	3	4	5	6
1	Внешний осмотр	4.1	Визуально	Да	Да
2	Опробование и проверка времени установления рабочего режима	4.2	Секундомер	Да	Да
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	4.3	Визуально	Да	Да
4	Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброускорения, относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения, неравномерности амплитудно-частотной характеристики в рабочем диапазоне частот	4.4	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401А Вольтметр В7-43 Частотометр Ч3-63	Да	Да
5	Проверка диапазона измерений СКЗ виброускорения, относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне СКЗ виброускорения	4.5	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401А Частотометр Ч3-63	Да	Да
6	Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения	4.6	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401А Частотометр Ч3-63	Да	Да

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

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 Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер Ч3-63	Да	Да
8	Проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости и относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости	4.8	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер Ч3-63	Да	Да
9	Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости	4.9	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер Ч3-63	Да	Да
10	Проверка диапазона частот измерений СКЗ виброперемещения, относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в рабочем диапазоне частот	4.10	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер Ч3-63	Да	Да
11	Проверка диапазона измерений СКЗ виброперемещения и относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения в рабочем диапазоне СКЗ виброперемещения	4.11	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер Ч3-63	Да	Да
12	Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброперемещения	4.12	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Частотомер Ч3-63	Да	Да

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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 Г3-123 Частотометр ЧЗ-63	Да	Да
14	Проверка диапазона частот пропускания полосовых фильтров по виброскорости	4.14	Генератор Г3-123 Мультиметр Agilent 34401A Вольтметр В7-43 Частотометр ЧЗ-63	Да	Да

* Характеристики средств измерений:

- генератор сигналов низкочастотный Г3-123: 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 $\pm 0,5 \%$;

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

- секундомер СОСпр-2б-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. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
ТКНЮ.402152.004Д1				
				Лист 6

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.	Подл. и дата	Подл. и дата	Инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата

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

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

3 Условия поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 15 – 25;
- относительная влажность воздуха, % 45 – 80;
- атмосферное давление, кПа 90 – 104;

3.2 Перед проведением поверки средства измерений, используемые при поверке, должны быть включены и прогреты в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на соответствующие средства измерений.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

8

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.	Подл. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Подл. и дата
--------------	--------------	--------	--------------	--------------

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

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

4.4.3 Установить на генераторе типа Г3-123 частоту входного сигнала $f_{\text{вх}} = 0,5 \text{ Гц}$ и СКЗ входного напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле:

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

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

$a_{\text{e max}}$ – максимальное СКЗ виброускорения, 400 м/с^2 ;

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

Инв. № подл.	Подл. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата	Частота входного сигнала $f_{\text{вх}}$, Гц	$a_{\text{e max}}$, м/с^2	СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное значение a_{ei} , м/с^2	$a_{\text{e cp}}$, м/с^2	$\delta_{a_{\text{e f}}}$, %
						0,5					
						1					
						2					
						2,5					
						4					
						5					
								400			

Продолжение таблицы 2

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

400

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Лист

11

ТКНЮ.402152.004Д1

Продолжение таблицы 2

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

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

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

12

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2

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

4.4.5 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее измеренное значение СКЗ виброускорения, м/с²:

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

Результаты вычислений занести в таблицу 2.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Инв. №	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 $a_{a \max}$:

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

4.4.7 По данным таблицы вычислить значение неравномерности АЧХ, %:

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

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;

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

$a_{e cp, f 160}$ — 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 ± 4 % и неравномерность АЧХ не более ± 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 – 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 Г3-123 частоту входного сигнала $f_{\text{вх}} = 160$ Гц и СКЗ входного напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле:

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

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

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

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

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

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 $f_{\text{вх}}$, Гц	$a_e \text{ вх}$, м/с ²	СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное значение a_{ei} , м/с ²	$a_e \text{ср}$, 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, %:

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

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.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата

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 Δ_{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;

δ_{np} – относительная погрешность вольтметра в режиме измерений переменных напряжений δ_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 Г3-123 частоту входного сигнала $f_{вх} = 10$ Гц и СКЗ входного напряжения $U_{вх}$, В, рассчитанное по формуле:

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

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

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

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

K_p – коэффициент преобразования вибропреобразователя, мВ·с²/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_{bx} , Гц	$V_{e_{bx}}$, мм/с	СКЗ напряжения U_{bx} , В	Измеренное СКЗ V_{ei} , мм/с	$V_{e_{cp}}$, мм/с	$\delta_{v_{ef}}$, %
10	100				
20					
40					
80					
160					
500					
1000	50				

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

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

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

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

$$\delta_{v_{ef}} = \frac{V_{e cp} - V_{e vx}}{V_{e vx}} \cdot 100. \quad (11)$$

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 Г3-123 частоту входного сигнала $f_{bx} = 80$ Гц и СКЗ напряжения U_{bx} , В, рассчитанного по формуле:

$$U_{bx} = 2\pi f_{bx} \cdot v_{e vx} \cdot K_p, \quad (14)$$

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

$v_{e vx}$ – СКЗ виброскорости, м/с;

K_p – коэффициент преобразования вибропреобразователя, мВ·с²/м;

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

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

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 5

Частота входного сигнала $f_{вх}$, Гц	$v_{e вх}$, мм/с	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное СКЗ v_{ei} , мм/с	$v_{e cp}$, мм/с	$\delta_{v_{e v}}$, %
80	0,1				
	1,0				
	5,0				
	10				
	50				
	500				
	700				

4.8.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 4.8.3 и 4.8.4, при всех СКЗ виброскорости, указанных в таблице 5.

4.8.6 По результатам измерений для каждого СКЗ виброскорости вычислить среднее измеренное СКЗ виброскорости по формуле (10). Результаты вычислений занести в таблицу 5.

4.8.7 Для каждого СКЗ виброскорости вычислить значения относительной погрешности:

$$\delta_{v_{ekv}} = \frac{v_{e cp} - v_{e вх}}{v_{e вх}} \cdot 100 . \quad (15)$$

Результаты занести в таблицу 5.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	19
ТКНЮ.402152.004Д1						

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 Δ_{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;

δ_{np} – относительная погрешность вольтметра в режиме измерений переменных напряжений δ_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. № подп.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4.10.3 Установить на генераторе типа Г3-123 частоту входного сигнала f_{bx} = 10 Гц и СКЗ входного напряжения U_{bx} , В, рассчитанное по формуле:

$$U_{bx} = (2\pi f_{bx})^2 \cdot S_{e\,bx} \cdot K_p, \quad (17)$$

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

$S_{e\,bx}$ – СКЗ виброперемещения в соответствии с таблицей 6, м;

K_p – коэффициент преобразования вибропреобразователя, мВ·с²/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_{bx} , Гц	$S_{e\,max}$, мкм	СКЗ напряжения U_{bx} , В	Измеренное значение S_{ei} , мкм	$S_{e\,cp}$, мкм	$\delta_{S_e f}$, %
10	1000				
20	1000				
40	1000				
80	1000				
160	450				
250	100				
500	45				

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

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

$$S_{e\text{cp}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 S_{ei}. \quad (18)$$

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 $S_{e\text{max}}$:

$$\delta_{s_e f} = \frac{S_{e\text{cp}} - S_{e\text{max}}}{S_{e\text{max}}} \cdot 100. \quad (19)$$

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 Г3-123 частоту входного сигнала $f_{\text{вх}} = 40$ Гц и СКЗ входного напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вх}} = (2\pi f_{\text{вх}})^2 \cdot S_{e\text{вх}} \cdot K_p, \quad (20)$$

где K_p – коэффициент преобразования вибропреобразователя, мВ·с²/м;

$S_{e\text{вх}}$ – 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. № подп.	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

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, %:

$$\delta_{s_e e} = \frac{s_{e cp} - s_{e vx}}{s_{e vx}} \cdot 100 \quad (21)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Частота входного сигнала f_{vx} , Гц	$s_{e vx}$, мкм	СКЗ напряжения U_{vx} , В	Измеренное значение s_{ei} , мкм	$s_{e cp}$, 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.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата

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 Δ_{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;

δ_{np} – относительная погрешность вольтметра в режиме измерений переменных напряжений δ_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 Г3-123 частоту входного сигнала системы $f_{\text{вх}} = 0,5$ Гц и амплитуду напряжения $U_{\text{вх}} = 12$ В.

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

Таблица 8

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

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

Продолжение таблицы 8

Амплитуда напряжения входного сигнала $U_{\text{вх}}$, В	Частота входного сигнала $f_{\text{вх}}$, Гц	f_i , Гц	$f_{\text{ср}}$, Гц	δ_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:

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

Результаты вычислений занести в таблицу 8.

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

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

Результаты вычислений занести в таблицу 8.

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

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

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

где Δ_f – основная относительная погрешность измерений частоты вращения роторных узлов, %;

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

δ_{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 Г3-123 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. № подп.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 9

Частота входного сигнала, $f_{\text{вх}}$, Гц	$V_{e \text{ вх}}$, мм/с	СКЗ напряжения входного сигнала $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное СКЗ V_{ei} , мм/с	$K_{\text{отн. пр}}$	$K_{\text{пр}}$ ГОСТ 2954	$\delta_{V_{ef}}$, %
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, $f_{\text{вх}}$, Гц	$V_{e \text{ max}}$, мм/с	СКЗ напряжения входного сигнала $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное СКЗ V_{ei} , мм/с	$K_{\text{отн. пр}}$	$K_{\text{пр}}$ ГОСТ 2954	$\delta_{V_{ef}}$, %
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, $f_{\text{вх}}$, Гц	$V_{e \text{ вх}}$, мм/с	СКЗ напряжения входного сигнала $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное СКЗ V_{ei} , мм/с	$K_{\text{отн. пр}}$	$K_{\text{пр}}$ ГОСТ 2954	$\delta_{V_{ef}}$, %
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	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

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

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 вычислить коэффициенты передачи фильтра изделия на всех частотах по формуле:

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

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

$V_{e_{ср.kf}}$ – 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:

$$K_{\text{отн пр.}} = K_{kf} / K_{k80}, \quad (28)$$

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

K_{k80} – 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 $K_{\text{пр}}$, 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. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

5 Оформление результатов поверки

5.1 Если изделие по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него выдается «Свидетельство о поверке» по форме, установленной ПР 50.2.006-94. На обратной стороне свидетельства записывают результаты поверки.

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

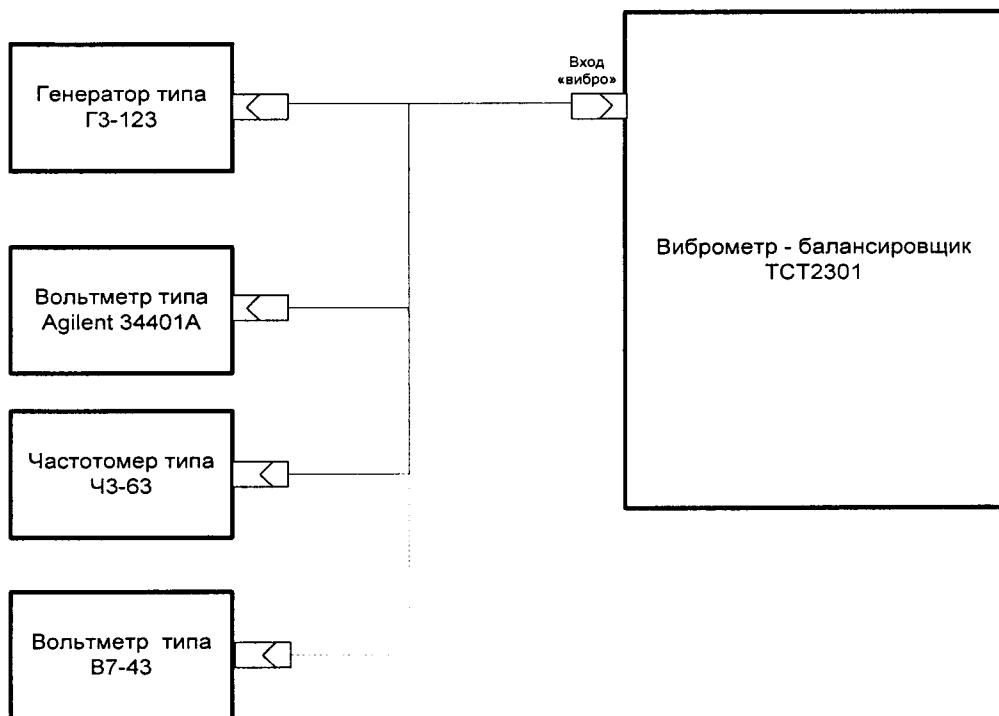


Рисунок А.1. Схема испытаний для проверки:

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

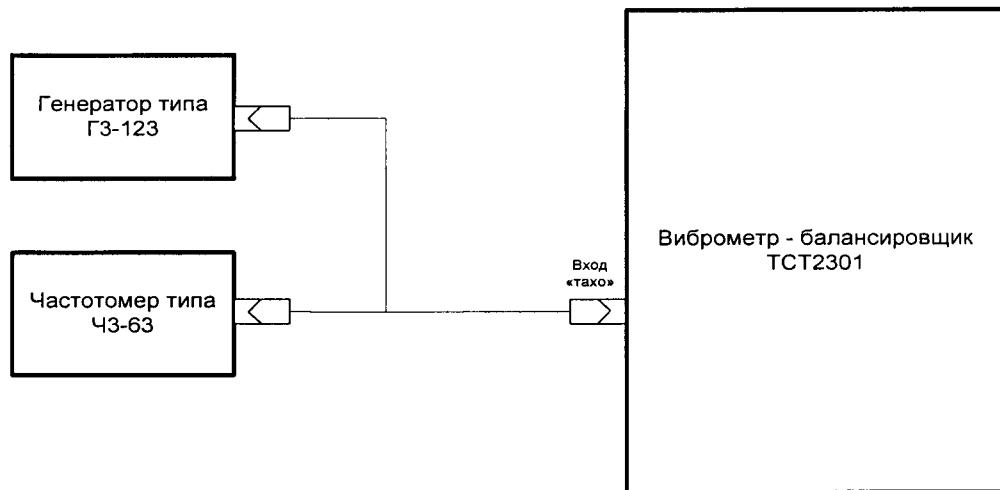


Рисунок А.2. Схема испытаний для проверки:
диапазона измерений частоты вращения;
основной относительной погрешности измерений частоты вращения

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

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

31

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

ТКНЮ.402152.004Д1

Лист

32

Инв. № подл.