



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин



«14» апреля 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ВИБРОМЕТРЫ HSV-100

Методика поверки

РГ-МП- 4213-441-2017

Настоящая методика распространяется на виброметры серии HSV-100 (далее – виброметры), изготавливаемые Polytec GmbH, Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 24 месяца.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений среднеквадратического значения (далее – СКЗ) виброскорости и виброперемещения на базовой частоте 159 Гц	7.3	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости и виброперемещения в электрическом режиме в диапазоне частот от 0,5 Гц до 20000 Гц	7.4	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта НД по поверке	Средства поверки, их метрологические и технические характеристики
7.3, 7.4	Станция для калибровки преобразователей вибрации 9155, частотный диапазон от 0,25 до 20000 Гц, I-го разряда по ГОСТ Р 8.800-2012 Мультиметр цифровой FLUKE 8846A, диапазон измерения переменного напряжения от 0 до 750 В, ПГ ± (0,35% от $U_{изм}$ + 0,03% от U_n). Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43, диапазон измерения переменного напряжения от 1 мВ до 1000 В, ПГ ± (0,5 + 0,1 · ((10 / $U_{изм}$) - 1)) Генератор SMF100A, частотный диапазон от 0,1 до 10 ⁷ Гц, ПГ ± $\delta_f \times f_{оп} + 0,003$, диапазон воспроизведения напряжения от 0,001 до 6 В, ПГ ± 11 мВ
Примечание - Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых виброметров с требуемой точностью	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки виброметров допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим инженерным образованием, имеющим опыт работы с аналогичным оборудованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 При работе с средствами поверки должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих руководствах по эксплуатации применяемых приборов

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С
относительная влажность воздуха..... не более 80 %

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Проверить наличие средств поверки, укомплектованность их руководством по эксплуатации, технической документацией (далее - ТД) и необходимыми элементами соединений.

6.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями ТД на указанные средства.

6.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с ТД на указанные средства.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие виброметра следующим требованиям:

- отсутствие видимых механических повреждений виброметра, отсутствие внешних повреждений соединительных кабелей, исправность соединительных разъёмов и крепежных приспособлений;

- соответствие комплектности и маркировки эксплуатационной документации.

В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеуказанных требований, виброметр признается непригодным к использованию, и поверка прекращается (до устранения нарушения).

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если виброметр удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность полная.

7.2 Опробование

Произвести опробование в следующей последовательности:

- подготовить станцию для калибровки преобразователей вибрации типа 9155 (далее - виброустановка) к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;

- подготовить виброметр для измерения виброскорости в диапазоне частот от 0 Гц до 20 кГц в соответствии с руководством по эксплуатации (величину коэффициента преобразования контроллера установить равной $25 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}/\text{V}$);

- подготовить мультиметр цифровой FLUKE 8846A (далее - мультиметр) для измерения напряжения переменного тока (среднее квадратическое значение – далее СКЗ) в диапазоне напряжений до 10 В;

- соединить лазерный модуль HSV-100 (соединенный с сенсорной головкой, через оптоволоконный кабель) с контроллером HSV- 100 (далее - контроллер)

- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1 (допускается как вертикальное, так и горизонтальное расположение сенсорной головки HSV-I-100 (далее – сенсорная головка) виброметра и вибростенда станции для калибровки преобразователей вибрации типа 9155, оптимальное расстояние от сенсорной головки до подвижной части вибростенда выбрать согласно руководству по эксплуатации на виброметр);

- закрепить отражающую поверхность на подвижной части вибростенда станции для калибровки преобразователей вибрации типа 9155 при помощи клея;
- настроить пучок лазера на отражающую поверхность;
- подключить мультиметр к выходу контроллера виброметра "VELO Output" посредством кабеля BNC;
- подсоединить контроллер виброметра к персональному компьютеру (далее – ПК) посредством кабеля USB;
- наблюдать в всплывающем окне, на мониторе ПК, информацию об инициализации виброметра;
- открыть на ПК программное обеспечение Vibsoft 5.2;
- прописать в меню «Add Settings» настройки виброметра для измерения амплитуды виброскорости, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- установить на виброустановке величину виброскорости равную 25 мм/с с частотой находящейся в диапазоне от 40 до 1000 Гц;
- снять показания мультиметра. Измеренное СКЗ переменного напряжения должно находиться в диапазоне от 0,96 В до 1,04 В;
- наблюдать измеренное значение виброскорости на дисплее ПК. Измеренное значение виброскорости должно находиться в диапазоне от 24 мм/с до 26 мм/с.

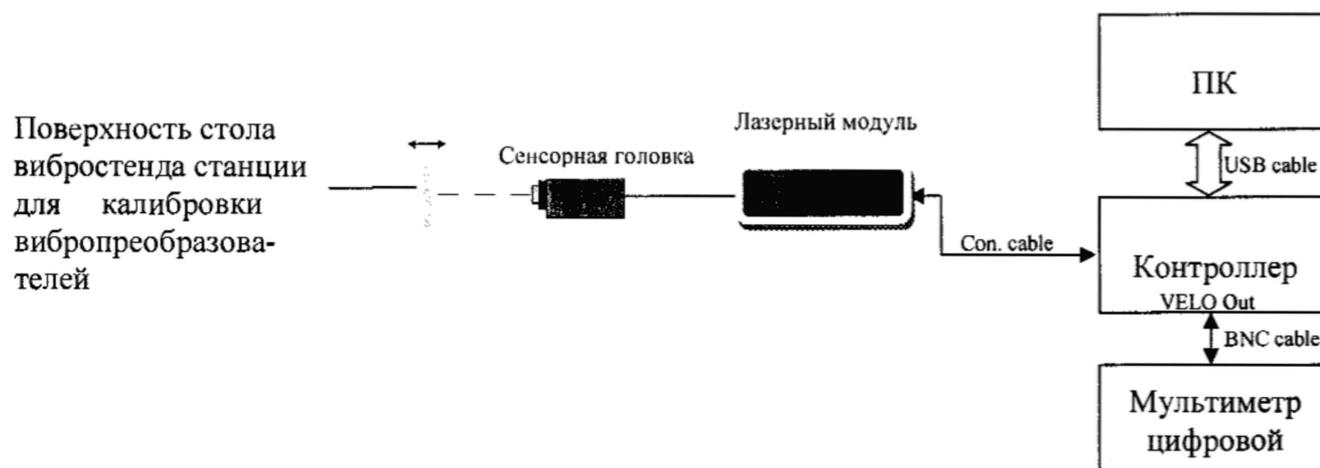


Рисунок 1 - Схема подключения виброметра при опробовании

Процедура опробования считается пройденной, если выполнены все условия, предписанные настоящим пунктом. При неудовлетворительных результатах проверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.3 Определение относительной погрешности измерений виброскорости и виброперемещения на базовой частоте 159 Гц

Для определения относительной погрешности измерений виброскорости на базовой частоте 159 Гц необходимо:

- подготовить виброустановку к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- подготовить виброметр для измерения амплитуды виброскорости в диапазоне частот от 0 Гц до 20 кГц в соответствии с руководством по эксплуатации;
- собрать измерительную схему согласно рисунку 1 (допускается как вертикальное, так и горизонтальное расположение сенсорной головки виброметра и вибростенда станции для калибровки преобразователей вибрации типа 9155, оптимальное расстояние от сенсорной головки до подвижной части вибростенда выбрать согласно руководству по эксплуатации на виброметр);
- закрепить отражающую поверхность на подвижной части вибростенда станции для калибровки преобразователей вибрации типа 9155 при помощи клея;
- настроить пучок лазера на отражающую поверхность;

- подключить выход контроллера виброметра "VELO Output" к входу мультиметра посредством кабеля BNC (величину коэффициента преобразования контроллера установить равным 25 мм·с⁻¹/V);

- воспроизвести на виброустановке амплитуду виброскорости равную 25 мм/с с базовой частотой равной 159 Гц

- снять показания на дисплее ПК и мультиметре, занести в соответствующие графы таблицы 3. Провести три серии измерений.

Таблица 3 – Результаты измерений

Базовая частота сигнала $f_{\text{зад}}$, Гц	Номинальная амплитуда виброскорости $V_{\text{ном}}$, мм/с	Измеренная амплитуда виброскорости $V_{\text{изм}}$, мм/с	Относительная погрешность δ_i , %	Напряжение на выходе «VELO Output» U_{voi} , В	Относительная погрешность $\delta_{U_{\text{voi}}}$, %
159	25				

Рассчитать значение относительной погрешности (δ_i) по формуле 1 и занести в соответствующие графы таблицы 3:

$$\delta_i = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^3 V_{\text{изм}_i}}{3} \right) - V_{\text{ном}}}{V_{\text{ном}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где $V_{\text{изм}}$ – измеренное значение амплитуды виброскорости в i -м эксперименте, мм/с;
 $V_{\text{ном}}$ – номинальное значение амплитуды виброскорости в i -м эксперименте мм/с.

Рассчитать значение относительной погрешности для выхода «VELO Output» ($\delta_{U_{\text{voi}}}$) по формуле 2 и занести в соответствующие графы таблицы 3:

$$\delta_{U_{\text{voi}}} = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^3 U_{\text{voi}_i}}{3} \right) - (V_{\text{ном}}/25)}{(V_{\text{ном}}/25)} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где U_{voi} – измеренное СКЗ напряжения на выходе «VELO Output» в i -м эксперименте, В;
 $V_{\text{ном}}$ – номинальное значение амплитуды виброскорости в i -м эксперименте, мм/с.

Для определения относительной погрешности измерений виброперемещения на базовой частоте необходимо:

- подготовить виброустановку к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- подготовить виброметр для измерения виброперемещения в диапазоне частот от 0 Гц до 20 кГц в соответствии с руководством по эксплуатации;
- собрать измерительную схему согласно рисунку 1 (допускается как вертикальное, так и горизонтальное расположение сенсорной головки виброметра и вибростенда станции для калибровки преобразователей вибрации типа 9155. оптимальное расстояние от сенсорной головки до

- закрепить отражающую поверхность на подвижной части вибростенда станции для калибровки преобразователей вибрации типа 9155 при помощи клея;
- настроить пучок лазера на отражающую поверхность;
- подключить выход контроллера виброметра "DISP Output" к входу вольтметра посредством кабеля BNC (величину коэффициента преобразования контроллера установить равным 0,25 мм/В);
- воспроизвести на виброустановке амплитуду виброперемещения равную 250 мкм с базовой частотой равной 159 Гц, снять показания на дисплее ПК и вольтметре, занести в соответствующие графы таблицы 4, провести три серии измерений.

Таблица 4 – Результаты измерений

Базовая частота сигнала $f_{зад}$, Гц	Номинальная амплитуда виброперемещения $S_{НОМ}$, мм	Измеренный размах виброперемещения $S_{ИЗМ}$, мм	Относительная погрешность δs_i , %	Напряжение на выходе «DISP Output» U_{di} , В	Относительная погрешность δU_{di} , %
159	250				

Рассчитать значение относительной погрешности (δs_i) по формуле 3 и занести в соответствующие графы таблицы 4:

$$\delta_{s_i} = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^3 S_{изм_i}}{3} - S_{ном} \right)}{S_{ном}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где $S_{изм}$ – измеренное значение размаха виброперемещения в i -м эксперименте, мм;
 $S_{ном}$ – номинальное значение размаха виброперемещения в i -м эксперименте мм.

Рассчитать значение относительной погрешности коэффициента преобразования для выхода «DISP Output» (δU_{di}) по формуле 4 и занести в соответствующие графы таблицы 5:

$$\delta_{U_{di}} = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^3 U_{di}}{3} - (S_{ном}/0,25) \right)}{(S_{ном}/0,25)} \cdot 100 \% \quad (4)$$

где U_{di} – измеренное СКЗ напряжения на выходе «DISP Output» в i -м эксперименте, В;
 $S_{ном}$ – номинальное значение амплитуды виброперемещения в i -м эксперименте, мм.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений виброускорения и виброперемещения не превышает значения ± 4 %. При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме. Допускается производить поверку в ограниченных диапазонах, о чем делается запись в свидетельстве о поверке с точным указанием диапазонов в которых производилась поверка.

7.4 Определение относительной погрешности измерений виброскорости и виброперемещения в диапазоне частот от 0,5 до 20000 Гц в электрическом режиме

Для определения относительной погрешности измерений виброскорости в диапазоне от 0,5 до 20000 Гц необходимо:

- подготовить генератор SMF100A (далее – генератор) к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- подготовить виброметр для измерения виброскорости в диапазоне частот от 0 до 20 кГц в соответствии с руководством по эксплуатации;
- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2 (генератор подключить к входу контроллера «SENSOR» посредством кабеля BNC через переходник из комплекта ЗИП виброметра);
- подсоединить контроллер виброметра к ПК посредством кабеля USB;
- наблюдать всплывающее окно с информацией об инициализации виброметра;
- запустить на ПК программное обеспечение Vibsoft 5.2
- подготовить мультиметр для измерения СКЗ переменного напряжения в диапазоне до 10 В с частотой от 10 до 20000 Гц;
- подключить выход контроллера виброметра "VELO Output" к входу «Input» мультиметра посредством кабеля BNC (величину коэффициента преобразования контроллера установить равным $50 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}/\text{В}$);
- установить на генераторе режим девиации частоты со следующими параметрами:
 - амплитуда несущего сигнала 500 мВ;
 - частота несущего сигнала 160 МГц;
 - диапазон девиации частоты от 0 до 0,94815 МГц;
 - частота модулирующего сигнала 1 кГц.
- наблюдать измеренное значение амплитуды виброскорости на дисплее ПК, вкладка «Analyzer»
- наблюдать на мультиметре измеренное значение СКЗ напряжения;
- занести измеренные значения в соответствующие графы таблицы 5;
- произвести серию измерений по вышеизложенной методике для всех частот модулирующего сигнала и коэффициентов преобразования, указанных в таблице 5;
- в диапазоне частот от 0,5 до 10 Гц использовать вольтметр универсальный цифровой быстроедействующий В7-43;

Таблица 5

№ п/п	Диапазон качания частоты, МГц	Номинальное значение виброскорости $V_{\text{ном}}$, м/с	Частота модулирующего сигнала f , Гц	Кэф. преобразования K , $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}/\text{В}$	Измеренная амплитуда виброскорости $V_{\text{изм}}$, мм/с	Измеренное СКЗ напряжения $U_{\text{во}}$, В
1	2	3	4	5	6	7
1.	0,6321	0,2	0,5	0,025		
2.	0,94815	0,3	5	0,05		
3.	1,2642	0,4	20	0,05		
4.	1,8963	0,6	100	0,1		
5.	2,5284	0,8	1000	0,1		
6.	3,1605	1	5000	0,25		
7.	4,74075	1,5	8000	0,25		
8.	4,74075	1,5	12000	0,5		
9.	4,74075	1,5	15000	1		
10.	4,74075	1,5	18000	2,5		
11.	4,74075	1,5	20000	5		

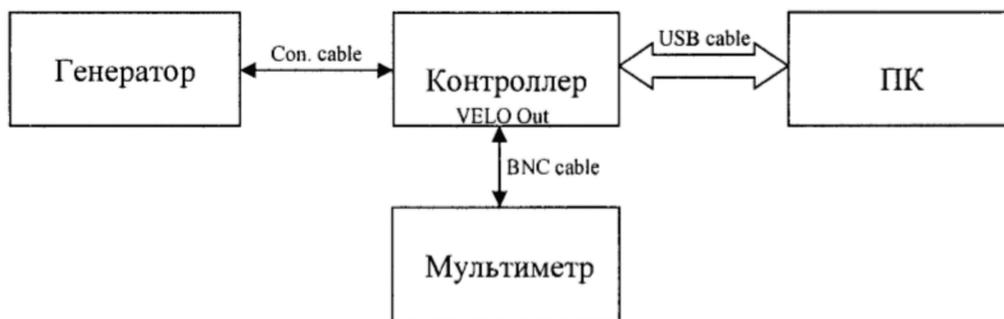


Рисунок 2. Схема подключения виброметра для определения относительной погрешности измерений виброскорости в диапазоне частот от 0,5 до 20000 Гц

Рассчитать значение относительной погрешности (δ_i) по формуле 5, используя данные из таблицы 5 и занести в соответствующие графы таблицы 6.

$$\delta_i = \frac{V_{изм_i} - V_{ном}}{V_{ном}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

Рассчитать значение относительной погрешности измерений СКЗ напряжения ($\delta_{U_{voi}}$) по формуле 6 и занести в соответствующие графы таблицы 6:

$$\delta_{U_{voi}} = \frac{U_{voi} - (V_{ном} / K_i)}{(V_{ном} / K_i)} \cdot 100 \% \quad (6)$$

где U_{voi} – измеренное значение СКЗ напряжения на выходе «VELO Output» в i -м эксперименте, В;

$V_{ном}$ – номинальное значение амплитуды виброскорости в i -м эксперименте, м/с

Таблица 6

№ п/п	Номинальное значение виброскорости $V_{ном}$, м/с	Частота модулирующего сигнала f , Гц	Коэф. преобразования K , м·с ⁻¹ /В	Относительная погрешность измерений виброскорости δ , %	Относительная погрешность измерений СКЗ напряжения $\delta_{U_{voi}}$, %
1	3	4	5	6	7
1.	0,2	0,5	0,025		
2.	0,3	5	0,05		
3.	0,4	20	0,05		
4.	0,6	100	0,1		
5.	0,8	1000	0,1		
6.	1	5000	0,25		
7.	1,5	8000	0,25		
8.	1,5	12000	0,5		
9.	1,5	15000	1		
10.	1,5	18000	2,5		
11.	1,5	20000	5		

Для определения относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне частот от 0,5 до 20000 Гц необходимо:

- подготовить генератор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2 (генератор подключить к входу контроллера «SENSOR», посредством кабеля BNC, через переходник из комплекта ЗИП виброметра);
- подсоединить контроллер виброметра к ПК посредством кабеля USB;
- наблюдать всплывающее окно с информацией об инициализации виброметра;
- запустить на ПК программное обеспечение Vibsoft 5.2;
- прописать в меню «Add Settings» настройки виброметра для измерения виброперемещения в диапазоне частот от 0 до 20 кГц, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- подготовить мультиметр для измерения СКЗ переменного напряжения в диапазоне напряжений до 10 В, в диапазоне частот от 10 до 20000 Гц;
- подключить выход контроллера виброметра "DISP Output" к входу «Input» мультиметра посредством кабеля BNC (величину коэффициента преобразования контроллера установить равным 0,25 мм/V);
- установить на генераторе режим девиации частоты со следующими параметрами:
 - амплитуда несущего сигнала 500 мВ;
 - частота несущего сигнала 160 МГц;
 - диапазон девиации частоты от 0 до 0,029786985 МГц;
 - частота модулирующего сигнала 20000 Гц.
- наблюдать измеренное значение амплитуды виброперемещения на дисплее ПК, вкладка «Analyzer»;
- наблюдать на мультиметре измеренное значение СКЗ напряжения;
- занести измеренные значения в соответствующие графы таблицы 7;
- произвести серию измерений по вышеизложенной методике для всех частот модулирующего сигнала и коэффициентов преобразования, указанных в таблице 7;
- в диапазоне частот от 0,5 до 10 Гц использовать вольтметр универсальный цифровой быстросрабатывающий В7-43;

Таблица 7

№ п/п	Девиация частоты, МГц	Номинальное значение виброперемещения $S_{ном}$, мм	Частота модулирующего сигнала f , Гц	Коеф. преобразования K , мм/В	Измеренное виброперемещение $S_{изм}$, мм/с	Измеренное СКЗ напряжения «DISP Output» U_{so} , В
1	2	3	4	5	6	7
1.	4,9644975	250	20	256		
2.	4,9644975	250	40	128		
3.	4,9644975	250	100	64		
4.	4,9644975	250	500	32		
5.	3,1772784	160	1000	16		
6.	1,5886392	80	3000	8		
7.	0,7943196	40	8000	4		
8.	0,3971598	20	12000	2		
9.	0,1985799	10	15000	1		
10.	0,09928995	5	18000	0,5		
11.	0,029786985	2,5	20000	0,25		

$$\delta_{si} = \frac{S_{изм} - S_{ном}}{S_{ном}} \cdot 100\% \quad (7)$$

Рассчитать значение относительной погрешности для выхода «DISP Output» ($\delta_{U_{soi}}$) по формуле 3 и занести в соответствующие графы таблицы 8:

$$\delta_{U_{soi}} = \frac{U_{soi} - (S_{ном} / K_i)}{(S_{ном} / K_i)} \cdot 100\% \quad (3)$$

где U_{soi} – измеренное СКЗ напряжения на выходе «DISP Output» в i -м эксперименте, В;
 $S_{ном}$ – номинальное значение виброперемещения в i -м эксперименте, мм.

Таблица 8

№ п/п	Номинальное значение виброперемещения $S_{ном}$, мм	Частота модулирующего сигнала f , Гц	Кэф. преобразования K , мм/В	Относительная погрешность измерений виброперемещения δ_{si} , %	Относительная погрешность для выхода «DISP Output» $\delta_{U_{soi}}$, %
1	3	4	5	6	7
1.	250	20	256		
2.	250	40	128		
3.	250	100	64		
4.	250	500	32		
5.	160	1000	16		
6.	80	3000	8		
7.	40	8000	4		
8.	20	12000	2		
9.	10	15000	1		
10.	5	18000	0,5		
11.	2,5	20000	0,25		

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений виброускорения и виброперемещения не превышает значения $\pm 4\%$. При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме. Допускается производить поверку в ограниченных диапазонах, о чем делается запись в свидетельстве о поверке с точным указанием диапазонов в которых производилась поверка.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

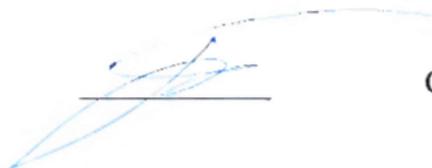
8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ "Ростест-Москва"



С.Э. Баринов

Начальник сектора № 441-3
ФБУ "Ростест-Москва"



И.А. Кофиади