

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ
И ИСПЫТАНИЙ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «Ростовский ЦСМ»)



«СОГЛАСОВАНО»

Первый заместитель
генерального директора
ФБУ «Ростовский ЦСМ»

В.А. Романов

«27» октября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы виброизмерительные балансировочные ВИБРОЛАБ-5

Методика поверки

МП 325-2025

г. Ростов-на-Дону

2025 г.

1. Общие положения

Настоящий документ распространяется на системы виброизмерительные балансировочные ВИБРОЛАБ-5 (далее – системы), выпускаемые по технической документации производства ООО «Энсет», г. Ростов-на-Дону и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Системы до ввода в эксплуатацию подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 и метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360.

Поверяемое средство измерений прослеживается к ГЭТ 27-2009 Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения - вольта в диапазоне частот $3 \cdot 10^7 - 2 \cdot 10^9$ Гц, к ГЭТ 89-2008 Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц и к ГЭТ 1-2022 Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

Документом предусматривается возможность проведения поверки меньшего количества измерительных каналов для меньшего числа измеряемых величин с обязательным указанием объема выполненной поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение
Диапазон входного напряжения переменного тока (амплитудное значение), мВ	от 5 до 5000
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1,5 до 500
Диапазон измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 40,9 Гц при коэффициенте преобразования $K=75,6 \text{ мВ}/(\text{мс}^{-2})$, мкм	от 1 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 40,9 Гц, %	± 3
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно базовой частоты 40,9 Гц, в диапазоне рабочих частот, %	± 3
Диапазон измерения частоты вращения, об/мин	от 90 до 30 000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты вращения, об/мин	$\pm(1+0,0025 \cdot n)$ где n – значение частоты

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта документа по поверке	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10		
Определение относительной погрешности измерения размаха виброперемещения на базовой частоте	10.1	Да	Да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты при измерении виброперемещения в диапазоне рабочих частот	10.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения частоты вращения	10.3	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.4	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Cот +10 до +35;
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80;
- напряжение питающей сети, В от 207 до 253;
- частота питающей сети, Гц от 49,5 до 50,5.

3.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

3.3 Перед проведением поверки должно быть проверено наличие действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений и действующих аттестатов для эталонов.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на системы виброизмерительные балансировочные ВИБРОЛАБ-5. Персонал, допущенный к участию в поверке, должен пройти инструктаж по технике безопасности.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки необходимо применять средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерения температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +10 °C до +35 °C и ПГ ±0,3 °C; Средства измерения относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % и ПГ ±2 %. Средства измерения интервалов времени в диапазоне измерения от 0 до 300 минут и абсолютной погрешностью $\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с.	Термогигрометр ИВА-6Н- КП-Д, (рег. № 46434-11) Секундомер электронный Интеграл С-01 (рег.№ 44154-20)

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1; 10.2; 10.3; 10.4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Рабочий эталон не ниже 2 разряда единицы электрического напряжения в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706 в диапазоне значений переменного напряжения от 5 мВ до 5 В в диапазоне значений частот от 1,5 до 500 Гц с погрешностью не более $\pm 0,1$ %</p> <p>Средства измерения температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $+10$ °С до $+35$ °С и ПГ $\pm 0,3$ °С;</p> <p>Средства измерения относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % и ПГ ± 2 %.</p>	<p>Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)</p> <p>Термогигрометр ИВА-6Н- КП-Д, (рег. № 46434-11)</p>
	<p>Рабочий эталон не ниже 5 разряда единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 в диапазоне значений частоты от 1,5 до 500 Гц.</p> <p>Средства измерения температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $+10$ °С до $+35$ °С и ПГ $\pm 0,3$ °С;</p> <p>Средства измерения относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % и ПГ ± 2 %.</p>	<p>Генератор сигналов произвольной формы НМФ2550 (рег. № 49643-12)</p> <p>Термогигрометр ИВА-6Н- КП-Д, (рег. № 46434-11)</p>
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемую систему и на средства поверки.

К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками.

7. Внешний осмотр средства измерений.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности системы эксплуатационной документации;
- наличие маркировки (наименование и условной обозначение типа, наименование и/или товарный знак предприятия-изготовителя, заводской номер, дата изготовления, знак утверждения типа);
- отсутствие механических повреждений или коррозии на поверхности изделия, влияющих на работоспособность;
- наличие пломб (наклеек) в соответствии с описанием типа;
- целостность изоляции питающих и соединительных кабелей.

Результаты поверки считать положительными, если при внешнем осмотре установлено полное соответствие внешнего вида и комплектности описанию типа и руководству по эксплуатации.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений.

8.1 Перед проведением поверки необходимо убедиться в наличии всех необходимых в соответствии с таблицей 3 средств поверки. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены.

8.2 После пребывания в предельных климатических условиях хранения или транспортирования перед поверкой необходимо обеспечить нахождение системы в рабочих условиях эксплуатации не менее 4 часов.

8.3 Для проведения опробования системы необходимо выполнить следующие действия:

- Включить систему. Дождаться загрузки программы «VIBROLAB», выбрать уровень доступа «специалист», ввести пароль «609». В соответствии с руководством по эксплуатации выбрать режим «поверка», затем «определение погрешностей». Подключить генератор сигналов и вольтметр к измерительному каналу «датчик вибрации 1» в соответствии со схемой, приведенной на рисунках 1 и 2.

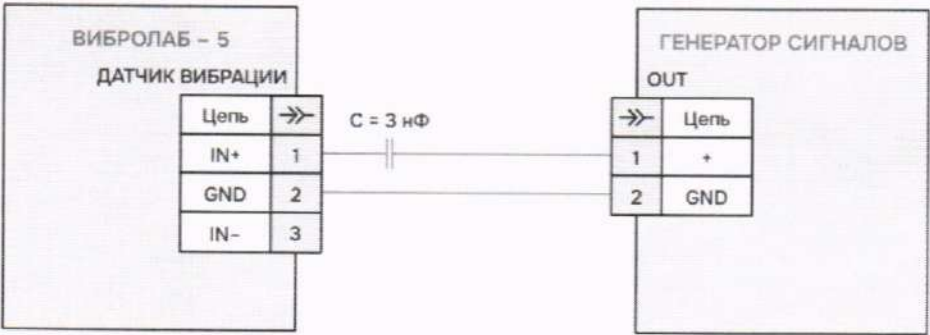


Рисунок 1. Схема подключения средств поверки к каналам измерения выходного сигнала пьезоэлектрических акселерометров

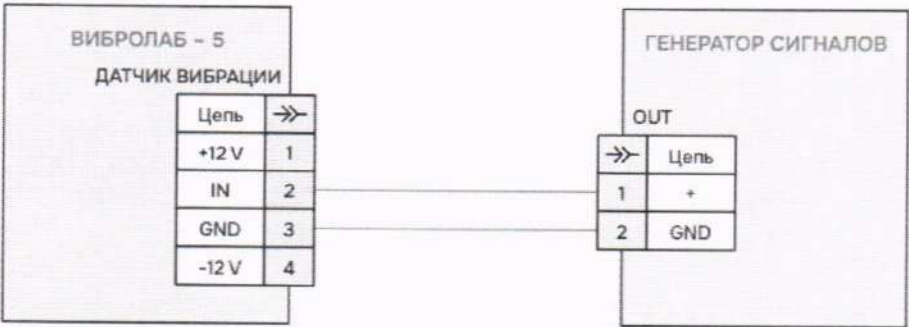


Рисунок 2. Схема подключения средств поверки к каналам измерения выходного сигнала емкостных акселерометров

Поочередно подать на вход измерительного канала сигналы синусоидальной формы на базовой частоте 40,9 Гц в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Значения электрических сигналов при опробовании

Установленное значение напряжения U, мВ	Заданное (образцовое) значение размаха виброперемещения S_i обр., мкм
5	1
1250	250
2495	500
3740	750
5000	1000

Убедиться, что на экране системы отображаются измеренные значения напряжения и во всем диапазоне измерений. Повторить для всех каналов измерения виброперемещения.

Подключить генератор сигналов к первому каналу измерения частоты вращения «отметчик 1» в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.

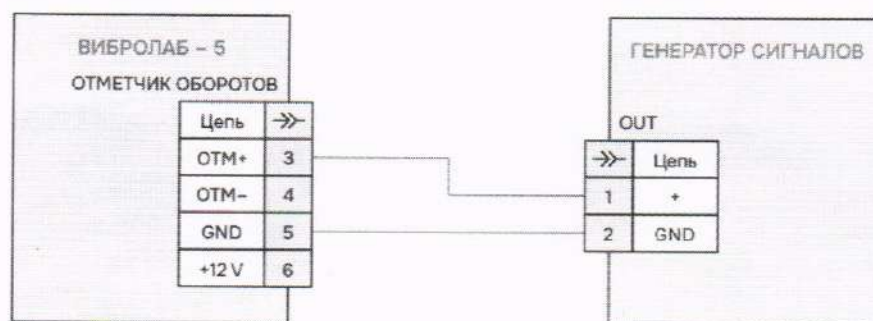


Рисунок 3. Схема подключения средств поверки к каналам измерения выходного сигнала отметчиков оборотов

Подать на вход измерительного канала сигнал прямоугольной формы частотой 100 Гц амплитудой 5 В со скважностью 20 %.

Убедиться, что на экране отображается частота вращения 6000 об/мин.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений.

Для проверки соответствия метрологически значимой части ПО необходимо сверить ее идентификационные данные ПО. Для этого необходимо открыть главное меню программы. В левом нижнем углу окна отобразится информация о наименовании и версии программы.

Результат проверки считается положительным, если версия ПО не ниже, указанной в описании типа на утвержденное средство измерений.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

10.1 Определение относительной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте.

Определение основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения проводится при помощи генератора и вольтметра на базовой частоте для каждого измерительного канала.

Проверка проводится путем подачи выходного напряжения генератора, значение которого соответствует размаху задаваемого (образцового) значения виброперемещения, на входы поверяемого канала прибора и контроля заданного значения при помощи вольтметра.

Подключить генератор сигналов и вольтметр к измерительному первому каналу измерения виброперемещения «датчик вибрации 1» в соответствии со схемой, приведенной на рисунках 4 и 5.

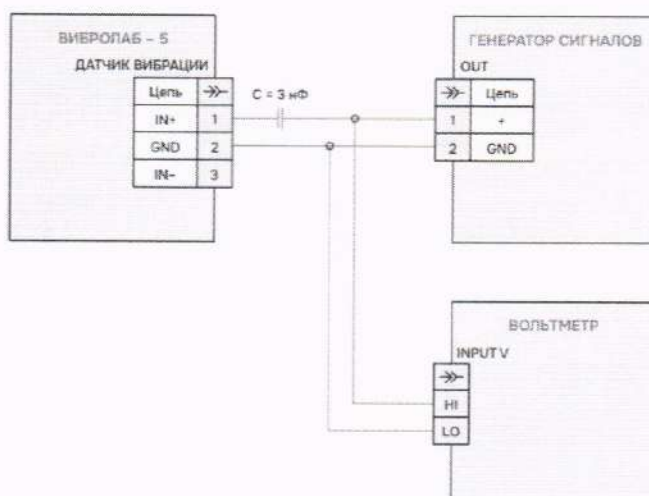


Рисунок 4. Схема подключения средств поверки к каналам измерения виброперемещения (для пьезоэлектрических первичных преобразователей)

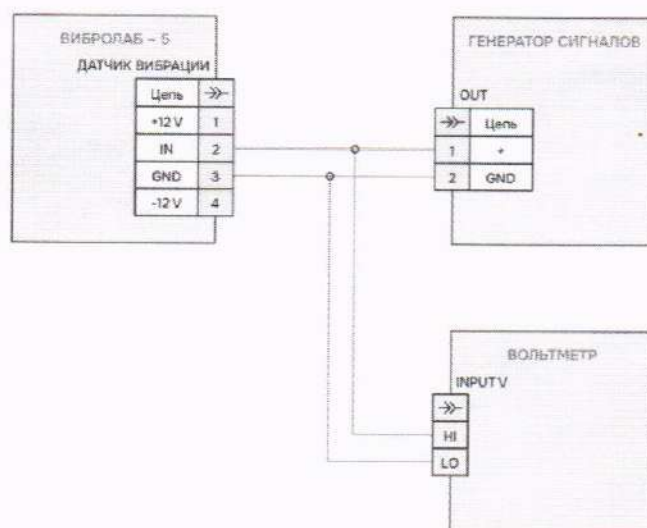


Рисунок 5. Схема подключения средств поверки к каналам измерения виброперемещения (для емкостных первичных преобразователей)

В соответствии с руководством по эксплуатации на систему включить режим «поверка системы». Нажать кнопку «определение погрешности».

На вход поверяемого измерительного канала поочередно подать сигналы синусоидальной формы, значения амплитуды и частоты в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Значения электрических сигналов при определении относительной погрешности измерения виброперемещения

Амплитудное значение напряжения U_i , мВ	Установленное значение базовой частоты f , Гц	Коэффициент преобразования, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$	Заданное(образцовое) значение размаха виброперемещения $S_{ij \text{ обр.}}$, мкм
5	40,9	75,6	1,00
20	40,9	75,6	4,00
50	40,9	75,6	10,00
500	40,9	75,6	100,0
1250	40,9	75,6	250,0
2495	40,9	75,6	500,0
3740	40,9	75,6	750,0
5000	40,9	75,6	1000,0

На дисплее прибора или периферийного устройства считывают показания измеренного значения размаха виброперемещения ($S_{ij \text{ изм.}}$)

Вычислить относительную погрешность поверяемого канала при измерении размаха виброперемещения по формуле:

$$\delta_{Sij} = \frac{S_{ij \text{ изм.}} - S_{ij \text{ обр.}}}{S_{ij \text{ обр.}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где: $S_{ij \text{ изм.}}$ – результат i -того измерения значения размаха виброперемещения системы, мкм;
 $S_{ij \text{ обр.}}$ – заданное(образцовое) i -тое значение размаха виброперемещения, мкм;
 j – порядковый номер поверяемого канала виброперемещения ($j = 1 \dots 5$).

Повторить для каждого поверяемого канала измерения виброперемещения системы.

Результат операции поверки считается положительным, если вычисленные значения основной относительной погрешности поверяемых каналов системы при измерении размаха виброперемещения не превышают $\pm 3 \%$.

10.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно базовой частоты при измерении виброперемещения в диапазоне рабочих частот.

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно базовой частоты при измерении виброперемещения в диапазоне рабочих частот проводится при помощи генератора и вольтметра для каждого измерительного канала.

Проверка проводится путем подачи выходного напряжения генератора, значение которого соответствует размаху задаваемого (образцового) значения виброперемещения, на входы поверяемого канала прибора и контроля заданного значения при помощи вольтметра.

На вход поверяемого измерительного канала поочередно подать сигналы синусоидальной формы, значения амплитуды и частоты в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Значения электрических сигналов при определении неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты при измерении виброперемещения в диапазоне рабочих частот

Заданное (образцовое) значение размаха виброперемещения					
$S_{i \text{обр.}}, \text{ мкм}$	1000	10,0	10,0	10,0	1,00
Коэффициент преобразования, $\text{мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$	75,6				
Значения электрических сигналов, соответствующие значениям размаха виброперемещения в диапазоне рабочих частот					
$f, \text{ Гц}$	1,5	125	250	375	500
$U_i, \text{ мВ}$	6,7	467	1870	4200	746
$S_{i \text{изм.}}, \text{ мкм}$					
Значения электрических сигналов, соответствующие значениям размаха виброперемещения на базовой частоте					
$f, \text{ Гц}$	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9
$U_i, \text{ мВ}$	5000	50	50	50	5
$S_{i \text{изм } 40,9}, \text{ мкм}$					

Вычислить неравномерность АЧХ поверяемого канала системы при измерении размаха виброперемещения по формуле:

$$\gamma_{Sij} = \frac{S_{ij\text{изм.}} - S_{ij\text{изм. } 40,9}}{S_{ij\text{изм. } 40,9}} \cdot 100 \%$$

(2)

где: $S_{ij\text{изм.}}$ – результат i-того измерения значения размаха виброперемещения системы, мкм;
 $S_{ij\text{изм. } 40,9}$ – результат i-того измерения размаха виброперемещения на базовой частоте, мкм;
 j – порядковый номер поверяемого канала виброперемещения ($j = 1 \dots 5$).
Повторить для каждого поверяемого канала измерения виброперемещения системы.
Результат операции поверки считается положительным, если значения неравномерности АЧХ поверяемых каналов системы не превышают $\pm 3 \%$.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерения частоты вращения

Подключить генератор сигналов к первому каналу измерения частоты вращения «отметчик 1» в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6.

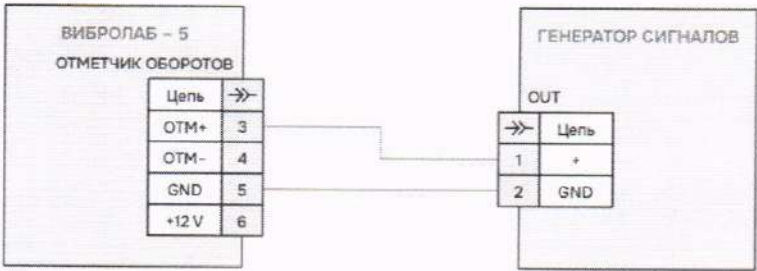


Рисунок 6. Схема подключения средств поверки к каналам измерения частоты вращения

На вход канала измерений частоты вращения последовательно подаются сигналы прямоугольной формы со скважностью 20 %, значения частоты f_{ij} , амплитудой 5 В и соответствующими им значениями числа оборотов n_{ij} согласно таблице 7.

Таблица 7 – Значения электрических сигналов при определении абсолютной погрешности измерения частоты вращения.

Установленное(заданное) значение частоты f_{ij} , Гц	Установленное амплитудное значение напряжения U, В	Установленное(заданное) значение частоты вращения n_{ij} , об/мин	Показания измеренного значения частоты вращения $n_{ij \text{ изм.}}$, об/мин
1,5	5	90	
125	5	7 500	
250	5	15 000	
375	5	22 500	
500	5	30 000	

Измерить частоту вращения $n_{ij \text{ изм.}}$ задаваемых сигналов.

Вычислить основную абсолютную погрешность измерений частоты вращения по формуле:

$$\Delta n_{ij} = n_{ij \text{ изм.}} - n_{ij} \quad (3)$$

где:

$n_{ij \text{ изм.}}$ – результат i -того измерения значения канала измерения частоты вращения поверяемой системы, об/мин;

n_{ij} – установленное(заданное) i -тое значение канала измерения частоты вращения поверяемой системы, об/мин;

j – порядковый номер поверяемого канала измерения частоты вращения ($j = 1 \dots 2$).

Повторить для каждого поверяемого канала измерения частоты вращения системы.

Результат операции поверки считается положительным, если полученные значения основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения поверяемых каналов системы не превышают значений, вычисленных по формуле:

$$\pm(1+0,0025 \cdot n), \text{ об/мин}$$

где n – значение частоты вращения, об/мин.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пунктах 7; 8; 9; 10.1; 10.2; 10.3 и соответствие действительных значений метрологических характеристик средства измерений требованиям, установленным при утверждении типа и приведенным в таблице 1 настоящей методики.

При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в пунктах 7; 8; 9; 10.1; 10.2; 10.3 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик модуля требованиям, установленным при утверждении типа и приведенным в таблице 1 настоящей методики, принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

11. Оформление результатов поверки

По результатам поверки оформляется протокол поверки произвольной формы.

При положительных результатах поверки Системы признают пригодными к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

При отрицательных результатах поверки Системы признают непригодными к применению и оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

Сведения о результатах и объеме проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

Ведущий инженер ФБУ «Ростовский ЦСМ»



О.Ю. Москаленко