

СОГЛАСОВАНО



Главный метролог
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

Handwritten signature

Т.Б. Змачинская

24 01 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы мониторинга МП-Е300/30.V1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1600-2729-2025

г. Нижний Новгород
2025 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на Системы мониторинга МП-Е300/30.V1 (далее – системы МП-Е300/30.V1) с заводскими номерами 001, 002, 003, 004, 005, предназначенные для измерений текущих значений параметров работы компрессоров, нагнетателей, генераторов, электродвигателей, турбодетандеров (далее – машин вращения): частоты вращения ротора, линейного смещения ротора машины вращения в радиальных и осевом направлениях, температуры электромагнитов магнитного подвеса ротора машины вращения.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость систем к государственным первичным эталонам единиц величин:

- ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С в соответствии с Приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», используется метод прямых измерений;

- ГЭТ 14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока», используется метод прямых измерений;

- ГЭТ 108-2019 Государственный первичный специальный эталон единицы угловой скорости в соответствии с Приказом Росстандарта от 01 сентября 2022 г. № 2183 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений угловой скорости и частоты вращения», используется метод сличения;

- ГЭТ 2-2021 ГПЭ единицы длины – метра в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений линейного перемещения в диапазоне значений от 0 до 1 мм, утверждённой ФБУ «Нижегородский ЦСМ», используется метод прямых измерений.

Для единиц величин, у которых не проводится экспериментальное определение метрологических характеристик при поверке системы, прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средств измерений этих величин из состава системы, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Поверка отдельных измерительных каналов из состава систем, или поверка на ограниченном числе поддиапазонов измерений, допускается на основании письменного заявления владельца системы, с обязательным указанием в сведениях о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее ФИФ ОЕИ) информации об объеме проведенной поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции указанные в таблице 1.

Таблица 1- Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения (ПО) средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение диапазонов измерений каналов ИК линейного смещения	Да	Да	9.1
Определение приведенной погрешности ИК линейного смещения	Да	Да	9.2
Определение приведенной погрешности ИК частоты вращения	Да	Да	9.3
Определение относительной погрешности коэффициентов преобразования ИК линейного смещения	Да	Да	9.4
Определение абсолютной погрешности ИК температуры	Да	Да	9.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.6

2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 Поверка производится в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха: от 18 до 26 °С;
- относительная влажность воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа.

Примечание. При невозможности обеспечения нормальных условий поверки по температуре окружающей среды, поверку проводят в фактических условиях эксплуатации, при этом диапазон температур эксплуатации системы не должен выходить за установленные в описании типа границы.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие опыт работы со средствами измерений электрических величин, изучившие Паспорт на систему и данную методику поверки, и имеющие квалификационную группу не ниже 3, согласно «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей».

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 Применяемые для поверки средства поверки приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к основным средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
2	<p>Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от 0 до +40 °С, погрешность не более ± 1 °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха, в диапазоне от 5 до 95 % с абсолютной погрешностью не более ± 5 %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 70 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа</p>	Измеритель комбинированный Testo 176-P1 (Per. № 48550-11)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.1-9.2, 9.4	Средства измерений линейных перемещений в диапазоне от 0 до 1 мм, с абсолютной погрешностью не более $\pm 2,5$ мкм	Индикатор многооборотный 1МИГ (Пер. № 49140-12)
	Осциллограф, диапазон от 0 до 10 В, до 1 МГц, погрешность $\pm 3,0$ %	Осциллограф цифровой Tektronix TPS 2024 (Пер. № 28767-06)
	Генератор сигналов, диапазон частот выходного сигнала: от 40 мГц до 10 МГц (синус), амплитуда выходного сигнала: 2 мВ пик - 20 В пик, погрешность установки: частоты $\pm (2 \cdot 10^{-5} \cdot f_{уст} + 1 \text{ е.м.р.})$, амплитуды $\pm (1 \% + 2 \text{ мВ})$	Генератор сигналов специальной формы АНР-1011 (Пер. № 50632-12)
9.3	РЭ единицы частоты вращения 1 разряда по Приказу Росстандарта от 01.09.2022 г. № 2183, в диапазоне измерений поверяемого СИ	3.1.ЗБН.1492.2014 ГЭЕ времени и частоты в диапазоне значений от 1 мГц до 50 кГц для линейных скоростей от 1 км/ч до 250 км/ч и частот вращения от 0,1 об/мин до 300000 об/мин
9.5	РЭ единицы электрического сопротивления 4 разряда по Приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, в диапазоне измерений сопротивления постоянному току от 80 до 200 Ом	Калибратор многофункциональный и коммунитор Beamex MC6 (-R) (Пер. № 52489-13)
<p>Примечания:</p> <p>1 Все средства поверки должны быть поверены или аттестованы;</p> <p>2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям</p>		

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Требования безопасности должны соответствовать рекомендациям, изложенным в эксплуатационной документации на поверяемые средства измерений. Должны соблюдаться "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденные Минэнерго России.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Проверяют целостность корпусов и отсутствие видимых повреждений компонентов системы.

6.2 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий питания и передачи данных.

6.3 Проверяют функционирование устройств защиты от несанкционированного доступа к измерительной информации - дверцы шкафа системы должны быть закрыты на встроенные замки.

6.4 Результаты внешнего осмотра считают успешным, если корпуса компонентов системы целы, встроенные замки дверей шкафа функционируют штатно.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Для проведения поверки должна быть предоставлена следующая документация: эксплуатационная документация на систему – Руководство по эксплуатации и Паспорт.

7.2 Средства поверки должны быть прогреты и выдержаны в условиях и в течение времени, установленных в руководствах по эксплуатации на средства поверки; все средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены, подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение после всех отсоединений.

7.3 Включение питания шкафа управления, подготовка к измерениям.

7.3.1 Закрепить магнитный штатив на нижней части защитного кожуха магнитного подвеса. Установить измеритель линейного смещения (индикатор многооборотный, далее - измерительную головку) на штативе таким образом, чтобы он измерял перемещение ротора в выбранном направлении.

При установке измерительной головки следует учитывать, что контролируемые оси магнитного подвеса (далее – МП) находятся под углом 90° относительно друг друга и сдвигом на 45° относительно осей X (горизонтальная), Y (вертикальная). Метки, нанесенные изготовителем на поверхность корпуса МП служат для установки измерительной головки при проведении измерений.

7.3.2 Провести операции по подготовке подачи электропитания на электронный шкаф управления E300/30.V1 (далее - шкаф управления, шкаф). Эту и последующие операции по управлению шкафом, проводить в соответствии с указаниями Руководства по эксплуатации (РЭ) на систему.

7.3.3 Для считывания и контроля параметров состояния и настройки шкафа, в соответствии с указаниями РЭ на систему, следует подключить к разъему интерфейса шкафа ноутбук из состава системы.

7.3.4 Подать питание перевести вводный выключатель Q1 в положение ON.

Включить режим левитации ротора.

Примечание. В режиме левитации и при отсутствии воздействия генератора сигналов на плату детектирования, ротор стремится к нулевой отметке осей X, Y, Z. В общем случае система имеет два радиальных МП, оси V13, W13, V24, W24 и один осевой, ось Z12 (рисунок 1).

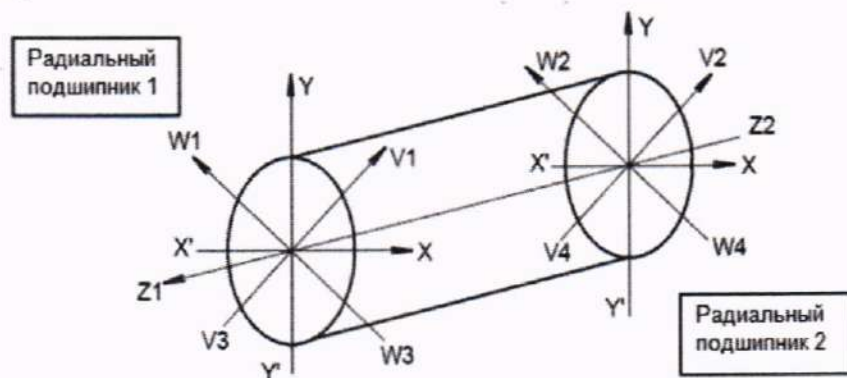


Рисунок 1 – Ориентация ротора в системе АМП

Положение ротора по каждой оси контролируется индуктивными датчиками положения, соединенными мостовой схемой с вторичными обмотками питающего трансформатора. Магнитная индукция катушек датчиков обратно пропорциональна воздушному зазору между ними и ротором с оболочкой, выполненной из ферромагнитного материала, выходной сигнал измерительной схемы (моста) определяет положение ротора.

Коэффициент преобразования (чувствительность) измерительного канала представляет собой отношение амплитуды сигнала (мВ) к соответствующему линейному смещению ротора (мкм).

7.4 Опробование измерительных каналов (ИК) системы.

7.4.1 Проверяют работоспособность ИК, убеждаясь что измеренные параметры отличны от нуля и отсутствуют «аварийные сообщения» об отказе на дисплее системы.

7.4.2 Опробование считают успешным, если показания находятся в диапазоне, приведенном в Приложении А к настоящей методике поверки, и отсутствуют сообщения об ошибках при обмене информацией.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО) СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Для проверки идентификационных параметров ПО, после включения шкафа системы, следует произвести сравнение Идентификационных данных (признаков) в полях экранной формы SuperWin (вкладка «О программе») с указанными в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SuperWin
Номер версии (идентификационный номер ПО)	5.2
Цифровой идентификатор ПО	D30B05ED

8.2 Проверку ПО считают успешной, если идентификационные параметры ПО соответствуют указанным в таблице 3.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение диапазонов измерений линейного смещения ротора.

9.1.1 Определение диапазона измерений линейного смещения ротора, по радиальным направлениям.

9.1.1.1 Отрегулировать положение измерительной головки таким образом, чтобы показания находились вблизи отметки «0».

9.1.1.2 Подключить канал 1 осциллографа к тестовым точкам платы «268» J1/8 – J1/12. Подключить генератор синусоидального сигнала, и канал 2 осциллографа к точке J1/1 платы детектирования сигнала «268» (рисунок 2). Точка J1/1 – это канал задания для смещения ротора в радиальном направлении, ось V13. Ноль задающего канала подключить к точке J1/6 платы «268».

Таблица 4 - Номера контактов в группе J1

Номера контактов в группе J1	Каналы задания или измерения смещения ротора
-1-	ось V13 – задание
-2-	ось W13 - задание
-3-	ось V24 - задание
-4-	ось W24 - задание
-5-	ось Z12 – задание
-8-	ось V13 – измерение
-9-	ось W13 - измерение
-10-	ось V24 - измерение
-11-	ось W24 - измерение
-12-	ось Z12 – измерение

9.1.1.3 Настроить генератор на нулевую амплитуду выходного сигнала и выставить частоту 0,2 Гц. При увеличении амплитуды сигнала управления появятся колебания ротора с частотой равной частоте задающего сигнала генератора.

9.1.1.4 Постоянно контролируя показания осциллографа (канал 1), плавно увеличивать амплитуду колебаний генератора синусоидальных сигналов. Как только ротор начнет задевать за страховочный подшипник, вершины синусоиды на осциллограмме начнут срезаться.

9.1.1.5 Установить на генераторе максимально возможную амплитуду колебаний, при которой отсутствуют искажения.

9.1.1.6 Измерить и записать максимальные показания осциллографа (канал1) V_{V13} в крайних положениях (U_{max}).

9.1.1.7 Измерить и записать максимальные показания измерительной головки $S_{V13}(\pm)$ в крайних положениях.

9.1.1.8 Снять и зафиксировать максимальные цифровые показания смещения $CV13(\pm)$ на дисплее шкафа управления. Для значения $CV13(+)$ выбирается максимальное по амплитуде показание из ряда последовательных измерений (5 измерений), соответствующих максимуму сигнала $VV13$, для значения $CV13(-)$ выбирается максимальное по амплитуде показание из ряда последовательных измерений (5 измерений), соответствующих минимуму сигнала $VV13$.

9.1.1.9 Максимальная неискаженная амплитуда сигнала будет соответствовать максимально возможному смещению ротора от среднего положения до ограничительного подшипника. Цифровые показания смещения S_{V13} в крайних положениях будут соответствовать границам диапазона измерения смещения по поверяемому каналу, ограниченному величиной зазора в страховочном подшипнике.

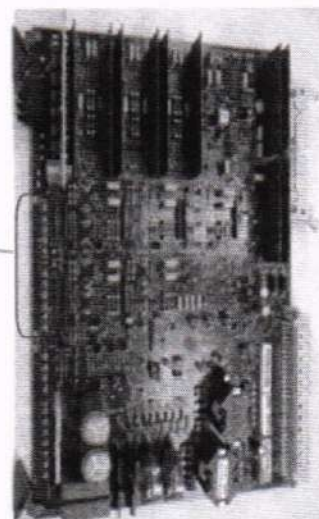
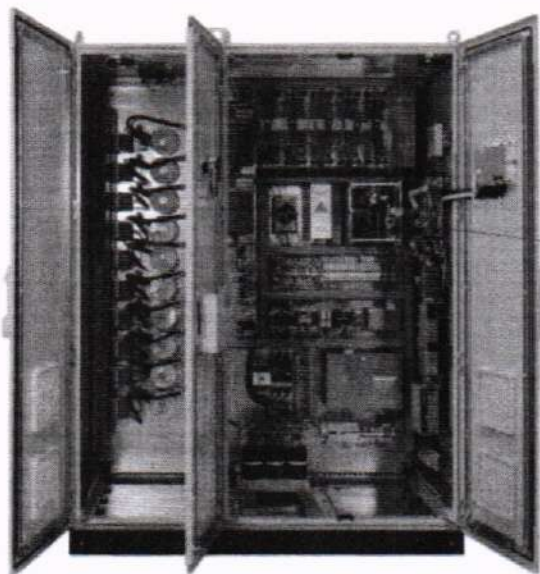
9.1.1.10 Повторить измерения по п. 9.1.1.1-9.1.1.9 для остальных радиальных осей.

Примечание: «V13» - обозначение оси, для остальных осей следует подставлять соответствующие значения W13, V24, W24;

9.1.1.11 Результаты проверки, по данному пункту методики, диапазонов измерений смещений ротора по радиальным направлениям (максимальные показания измерительной головки) считают удовлетворительными, если они соответствуют значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.



Внимание! Проверки следует производить исключительно в пределах диапазона параметров, указанных в паспорте на систему, не допуская работы машины вращения в аварийных режимах!



"268"
J1/1 - J1/12

Рисунок 2 – Расположение «платы обнаружения» 268

9.1.2 Определение диапазона измерений смещений ротора в осевом направлении.

9.1.2.1 Отрегулировать измерительную головку таким образом, чтобы показания находились вблизи отметки «0».

9.1.2.2 Подключить канал 1 осциллографа, для измерения величины сигнала смещения ротора, к тестовой точке платы «268» J1/12. Подключить генератор синусоидального сигнала, и канал 2 осциллографа к точке J1/5 платы детектирования сигнала «268» (рисунок 2). Далее следовать указаниям п. 9.1.1.2

9.1.2.3 Постоянно контролируя показания осциллографа плавно увеличивать амплитуду колебаний генератора синусоидальных сигналов. Как только ротор начнет задевать за страховочный подшипник вершины синусоиды на осциллограмме начнут срезаться. Установить максимально возможную неискаженную амплитуду колебаний. Замерить и записать показания измерительной головки в крайних положениях S_{z12} .

9.1.2.4. Измерить и записать максимальные показания осциллографа (канал1) V_{z12} в крайних положениях (U_{max}).

9.1.2.5 Измерить и записать максимальные показания измерительной головки $S_{z12}(\pm)$ в крайних положениях.

9.1.2.6 Снять и зафиксировать максимальные цифровые показания смещения $C_{z12}(\pm)$ на дисплее шкафа управления принимая во внимание факт, что показания на дисплее шкафа управления отображаются по модулю, т.е. без учета направления смещения. При этом для значения $C_{z12}(+)$ выбирается максимальное показание из ряда последовательных измерений (10 измерений), соответствующих максимуму сигнала V_{z12} , для значения $C_{z12}(-)$ выбирается максимальное показание из ряда последовательных измерений (10 измерений), соответствующих минимуму сигнала V_{z12} .

9.1.2.7 Максимальная неискаженная амплитуда сигнала будет соответствовать максимально возможному смещению ротора от среднего положения до ограничительного подшипника. Цифровые показания смещения C_{z12} в крайних положениях будут соответствовать границам диапазона измерения смещения по поверяемому каналу.

9.1.2.8 Результат проверки, по данному пункту методики, диапазона измерения смещений ротора в осевом направлении (максимальные показания измерительной головки) считают удовлетворительными, если они соответствуют значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.



Внимание! Проверки следует производить исключительно в пределах диапазона параметров, указанных в паспорте на систему, не допуская работы машины вращения в аварийных режимах!

9.2 Определение приведенной погрешности измерительных каналов линейного смещения ротора.

9.2.1 Для определения погрешности по радиальным направлениям: подключить источник сигнала: генератор – при задании синусоидальных сигналов частотой 0,2 Гц, калибратор – при задании постоянного напряжения (далее - источник сигнала) к точке J1/1 платы детектирования сигнала «268». Точка J1/1 – это канал задания для смещения ротора в радиальном направлении, ось V13. Подключить канал 1 осциллографа к тестовым точкам платы «268» J1/8 – J1/12 – для измерения величины сигнала смещения V_{v13} ротора. Ноль задающего и измерительного канала подключить к точке J1/6 платы «268». Номера контактов в группе J1 представлены в таблице 4.

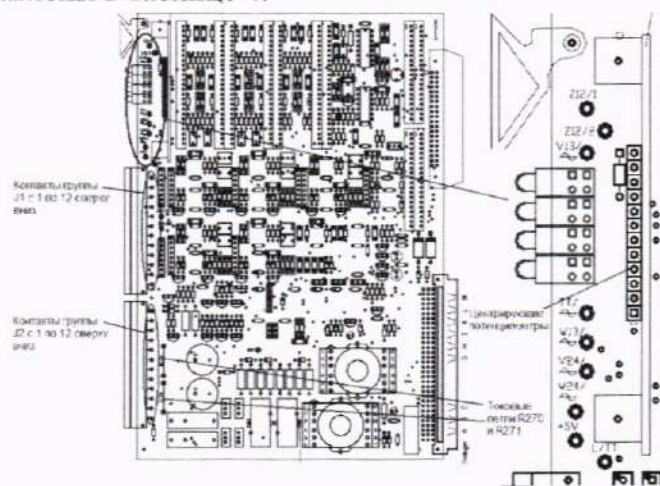


Рисунок 3 - Расположение контактов на плате детектирования сигнала «268»

9.2.2 Последовательно задать с выхода источника сигнала следующие значения амплитуды синусоидального сигнала: $0,05 U_{\max}$, $0,25 U_{\max}$, $0,5 U_{\max}$, $0,75 U_{\max}$, $0,95 U_{\max}$, где U_{\max} - максимальная амплитуда сигнала V_{V13} . Затем задать сигналы постоянного напряжения $0,05 U_{\max}$, $0,25 U_{\max}$, $0,5 U_{\max}$, $0,75 U_{\max}$, $0,95 U_{\max}$, положительной и отрицательной полярности.

Записать соответствующие показания измерительной головки S_{V13} и цифровые показания смещения C_{V13} на дисплее шкафа управления, и показания амплитуды сигнала обратной связи датчика положения на осциллографе F_{V13} . Отключить источник сигнала.

9.2.3 Провести операции, описанные в пп. 9.2.1 – 9.2.2 для осей $W13$, $V24$, $W24$, $Z12$. Для этого в качестве каналов задания для смещения ротора использовать точки из таблицы 4. Полученные результаты занести в протокол.

9.2.4 Контроль положения осуществлять с использованием тестовых точек платы «268» $J1/8 \div J1/12$ и цифровых значений смещения на дисплее шкафа управления. После получения всех значений выключить левитацию и затем тумблер $Q1$.

9.2.5 Абсолютную погрешность измерительных каналов линейного смещения ротора вычисляют по формуле:

$$\Delta_{V13} = C_{V13} - S_{V13}, (1)$$

где C_{V13} – значение смещения измеренное системой, мкм;

S_{V13} – значение смещения измеренное с помощью измерительной головки, мкм.

9.2.5.1 Приведенную погрешность измерительных каналов линейного смещения ротора вычисляют по формуле:

$$\gamma_{V13} = \Delta_{V13} / D_{V13} \cdot 100 \% , (2)$$

где D_{V13} – нормирующая величина, верхняя граница диапазона измерений амплитуды линейного смещения ротора, по радиальным направлениям 400 мкм, по осевому направлению 833 мкм.

Указанным в п.п. 9.2.1-9.2.5 образом вычисляют погрешность измерения смещения для остальных радиальных осей и в осевом направлении.

Примечание: «V13» - обозначение оси, для остальных осей следует подставлять соответствующие значения $V24$, $W13$, $W24$, $Z12$;

9.2.6 Результат проверки по данному пункту методики считают удовлетворительным, если приведенная погрешность измерительных каналов линейного смещения ротора не выходит за пределы, указанные в Приложении А к настоящей методике поверки.



Внимание! Проверки следует производить исключительно в пределах диапазона параметров, указанных в паспорте на систему, не допуская работы машины вращения в аварийных режимах!

9.3 Определение приведенной погрешности измерительных каналов частоты вращения ротора.

9.3.1 Проверка производится с помощью измерителя частоты вращения (далее - тахометра). Контрастную метку устанавливают на валу ротора либо на муфте. В качестве метки используют дисперсионную клейкую ленту, или отражающую ленту, закрепляя на роторе с помощью прозрачной клейкой ленты. Наилучшая стабильность работы тахометра достигается при использовании дисперсной метки шириной 15-20 мм, наклеенной на темном фоне.

9.3.2 Включить питание тахометра кнопкой включения, после запуска исследуемой машины. Навести лазерный луч на метку, установленную на валу ротора. Время начала индикации оборотов тахометра 3 секунды. По истечении 3 секунд следует зафиксировать показания на дисплее тахометра.

9.3.2.1 После наведения на метку тахометр автоматически измеряет значение частоты вращения (об/мин), обновляя результат на цифровом индикаторе каждую секунду.

9.3.3 Зафиксировать значение частоты вращения по дисплею тахометра. Измерения проводить в 5 точках диапазонов измерений (указанных в описании типа), равномерно распределенных между значениями N_{\min} об/мин и N_{\max} об/мин, где N_{\min} и N_{\max} – соответственно нижняя и верхняя граница диапазона измерений частоты вращения ротора.

9.3.4 Приведенную погрешность измерительных каналов частоты вращения ротора вычисляют по формуле:

$$\gamma_N = (N_{\text{изм}} - N_{\text{тах}}) / N_{\text{мах}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где

$N_{\text{изм}}$ - частота вращения по показаниям дисплея шкафа управления, об/мин;

$N_{\text{тах}}$ - частота вращения по показаниям тахометра, об/мин.

9.3.5 Результат проверки по данному пункту методики считают удовлетворительным, если приведенная погрешность измерительных каналов частоты вращения ротора не выходит за пределы, указанные в Приложении А к настоящей методике поверки.



Внимание! Проверки следует производить исключительно в пределах диапазона параметров, указанных в паспорте на систему, не допуская работы машины вращения в аварийных режимах!

9.4 Определение относительной погрешности коэффициента преобразования измерительных каналов смещения ротора, в осевом и радиальном направлениях.

9.4.1 Относительную погрешность коэффициента преобразования измерительных каналов смещения вычисляют по данным, полученным в п. 9.1.

9.4.2 Вычисления относительной погрешности, по каждой оси, производят по формуле:

$$\delta_{V13} = (V_{V13} / S_{V13} - K_3) / K_3 \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где:

V_{V13} - сигнал системы о смещении ротора, мВ;

S_{V13} - значение смещения, измеренное с помощью измерительной головки, мкм;

K_3 – чувствительность (номинальный коэффициент преобразования) измерительного канала, приведенная в паспорте на систему, в осевом и радиальном направлениях;

9.4.3 Вычисляют действительное значение коэффициента преобразования K по осям (K_r радиальный, либо K_o осевой) как отношение V_{V13} / S_{V13} .

Примечание: «V13» - обозначение оси, для остальных осей следует подставлять соответствующие значения V24, W13, W24, Z12;

9.4.4 Результаты проверки по данному пункту методики считаются удовлетворительными, если относительная погрешность коэффициента преобразования измерительных каналов смещения, по всем осям, не выходит за пределы, указанные в Приложении А к настоящей методике поверки.

9.5 Определение абсолютной погрешности каналов измерения температуры.

9.5.1 Проверка производится с помощью калибратора электрических сигналов, либо магазина сопротивлений, которым задают сигнал первичного преобразователя. Перед проверкой необходимо убедиться, что первичный преобразователь из состава канала имеет актуальные данные о его поверке.

9.5.2 Калибратор подключается вместо первичного преобразователя. Отсоедините от входного клеммника канала кабель, подходящий от соответствующего датчика температуры. Соедините входы электрической части поверяемого канала с выходными клеммами калибратора сопротивления.

9.5.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на калибратор установите его в режим имитации «термосопротивление - Pt100». Последовательно подайте на вход канала не менее шести значений температуры, распределенных по диапазону выходного сигнала датчика, используемого в проверяемом канале, включая начальное и конечное значения диапазона, и точку 0 °С: минус 40, 0, плюс 50, плюс 100, плюс 150, плюс 200 °С.

9.5.4 Для каждого значения установленного сигнала температуры произведите отсчет результатов измерения температуры по показаниям на дисплее шкафа управления и рассчитайте абсолютную погрешность электрической части поверяемого канала, без учета первичного преобразователя, по формуле:

$$\Delta T_{\text{Эик}} = T_{\text{сист}} - T_{\text{калиб}}, (5)$$

где

$T_{\text{сист}}$ - измеренное значение температуры, °С;

$T_{\text{калиб}}$ - заданное значение температуры, °С.

9.5.5 Пределы абсолютной погрешности поверяемого канала температуры, с учетом первичного преобразователя, определяют по формуле:

$$\Delta T_{\text{ик}} = \pm 1,1 \cdot ((\Delta T_{\text{Эик}})^2 + (\Delta o)^2)^{0,5} (6)$$

где

Δo – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя, входящего в состав данного измерительного канала.

9.5.6 Результаты проверки по данному пункту методики считаются удовлетворительными, если первичный преобразователь из состава канала поверен и абсолютная погрешность поверяемого канала температуры не выходит за пределы, указанные в Приложении А к настоящей методике поверки.

9.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.6.1 Система считается пригодной к применению (соответствующей метрологическим требованиям) если она прошла поверку по каждому пункту данной методики поверки (с учетом заявления владельца системы о поверке отдельных измерительных каналов, или поверке на ограниченном числе поддиапазонов измерений, если таковое было предоставлено) и все погрешности измерений не выходят за допускаемые пределы, указанные в Приложении А к настоящей методике поверки.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме.

10.2 Система, прошедшая поверку с положительным результатом, признается пригодной и допускается к применению. По заявлению владельца системы или лица, предоставившего её на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.3 В случае отрицательного результата поверки, по заявлению владельца системы или лица, предоставившего её на поверку, выдается извещение о непригодности к применению.

10.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер отдела испытаний продукции
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»



А. Б. Никольский

Приложение А

(обязательное)

Метрологические характеристики систем

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
Диапазоны измерений частоты вращения ротора, об/мин	от 1200 до 6000 включ., св. 6000 до 14000 включ., св. 14000 до 40000
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов частоты вращения, % (в диапазонах измерений, об/мин): от 1200 до 6000 включ. св. 6000 до 14000 включ. св. 14000 до 40000	± 1 $\pm 0,8$ $\pm 0,5$
Диапазон измерений температуры, °C	от -40 до +200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительных каналов температуры, °C	± 10
Диапазон измерений линейного смещения ротора, мкм: - по радиальным направлениям - по осевому направлению	от -400 до +400 от -833 до +833
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерительных каналов линейного смещения ротора, %	± 10
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерительных каналов линейного смещения ротора, обусловленной изменением температуры окружающей среды, на каждый ± 1 °C от нормальной (22 ± 4) °C, %	$\pm 0,05$
Коэффициенты преобразования измерительных каналов смещения ротора, номинальные значения, мВ/мкм: - КР радиальный - КО осевой	25 12
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов системы, %	± 10
Примечание – при указании пределов приведенной погрешности, нормирующей величиной является верхняя граница диапазона измерений	