

**Федеральное государственное унитарное предприятие
"Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева"
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"**

СОГЛАСОВАНО

И.о. Генерального директора ФГУП

"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

А.Н. Пронин

"17" декабря 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Системы автоматизированные контроля и регистрации
технологических параметров генератора АСКГ**

Методика поверки

МП2064-0126-2021

И.о руководителя лаборатории
информационно-измерительных систем
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

А.И. Алимпиев
"17" декабря 2021 г.

Санкт-Петербург
2021 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на системы автоматизированные контроля и регистрации технологических параметров генератора АСКГ (далее – системы) и устанавливает периодичность, объем и порядок первичной и периодической поверки.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

При проведении поверки необходимо использовать руководство по эксплуатации системы и настоящую методику поверки.

Первичные измерительные преобразователи каналов системы поверяются в соответствии с методиками их поверки в аккредитованных лабораториях. При наличии на момент поверки системы действующих свидетельств о поверке первичных измерительных преобразователей дополнительной поверке они не подвергаются.

Системы являются проектно-компонруемыми изделиями; поэтому виды и диапазоны технологических параметров, контролируемых конкретным экземпляром системы, определяются заказом и вносятся в формуляр системы.

При наличии соответствующего письменного заявления от владельца средства измерений допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов в указанных в заявлении конкретных выбранных диапазонах.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91).
- к Государственному первичному эталону единицы давления - паскаля (ГЭТ 23-2010).
- к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ95-2020).
- к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ34-2020) и Государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ35-2021).
- к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014).
- к Государственному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018).
- к Государственному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 \div 3 \times 10^7$ Гц (ГЭТ89-2008).
- к Государственному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - $1 \cdot 10^6$ Гц (ГЭТ88-2014).
- к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ1-2018).

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки:

- методом прямых измерений и методом косвенных измерений в соответствии с Приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 1.1 При проведении поверки системы должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	2.1
Внешний осмотр	Да	Да	6
Опробование	Да	Да	7.4
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9.1; 9.2; 9.3
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 2.1 При проведении операций поверки системы должны соблюдаться следующие условия:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °Cот + 15 до + 25
- относительная влажность воздуха, %от 50 до 80
- диапазон атмосферного давления, кПаот 84 до 106

Питание системы осуществляется от сети переменного (50 Гц) и постоянного тока напряжением от 187 до 242 В.

Перед началом операций поверки поверитель должен изучить Руководство по эксплуатации системы.

- 2.2 Все средства измерений, предназначенные к использованию при выполнении поверки, включаются в сеть и находятся в режиме прогрева в течение времени, указанного в их технической документации.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К поверке системы допускаются работники государственных и ведомственных метрологических органов, аккредитованных на право поверки данного средства измерения, имеющие право самостоятельного проведения поверочных работ на средствах измерения электрических величин, ознакомившиеся с Руководством по эксплуатации системы и настоящей методикой.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Таблица с метрологическими и техническими требованиями к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.2.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % при температурах от 15 до 40 °С, кл.1. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 600 до 790 мм рт.ст., $\pm 0,8$ мм рт.ст.	Термометр лабораторный ТЛ-4, рег. № 303-61 Гигрометр психрометрический ВИТ-2, рег. № 9364-08 Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76
п.п.9.1-9.3 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны и средства измерений, обеспечивающие: - воспроизведение напряжения переменного тока, диапазон частоты от 0,1 Гц до 20 кГц, предел 2 В, $\pm (0,005 \% U_x + 0,0005 \% U_n)$; - воспроизведение силы постоянного тока, предел 20 мА, $\pm (0,004 \% I_x + 0,0005 \% I_n)$	Калибратор универсальный Н4-17, рег. № 46628-11
	- воспроизведение сопротивления, от 10^{-2} до 10^6 Ом, кл.0,02	Магазин сопротивления Р4831, рег. № 6332-77
	- воспроизведение напряжения переменного тока, от 1 мкГц до 250 кГц, $1 \cdot 10^{-6}$	Генератор сигналов сложной формы AFG3022B, рег. № 41694-09
Примечания: 1. Все применяемые средства измерений должны быть технически исправны и своевременно поверены. 2. Допускается замена указанных средств измерений на другие типы, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

5.2 При выполнении операций поверки системы должны соблюдаться требования технической безопасности, регламентированные:

- ГОСТ 12.1.030-81 "Электробезопасность. Защитное заземление, зануление".
- Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и

правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Всеми действующими инструкциями по технике безопасности для конкретного рабочего места.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Внешний осмотр.

- 6.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие системы следующим требованиям.
- 6.1.1.1 Система должна соответствовать заводскому номеру и комплекту поставки (включая эксплуатационную документацию).
- 6.1.1.2 Механические повреждения наружных частей компонентов системы, дефекты лакокрасочных покрытий, способные повлиять на работоспособность или метрологические характеристики системы, должны отсутствовать.
- 6.1.1.3 Маркировка и надписи должны быть четкими, хорошо читаемыми.
- 6.1.1.4 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если при проверке подтверждается их соответствие требованиям п.п. 6.1.1.1. - 6.1.1.3.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед началом поверки следует изучить:

- руководство по эксплуатации системы;
- руководства по эксплуатации эталонов и других технических средств, используемых при поверке;
- настоящую методику поверки.

7.2 Убедиться в наличии действующих свидетельств о поверке или записей сведений о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений первичных измерительных преобразователей системы.

7.3 Перед проведением поверки системы средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

7.4 Опробование.

Опробование работы системы выполняется следующим образом:

- на вход одного из каналов подать сигнал, соответствующий 70 процентов диапазона преобразований/измерений;
- наблюдать реакцию на мониторе РС на дверце шкафа с СТК-ЭР-М.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для проверки идентификационных признаков встроенного программного обеспечения КСД необходимо выполнить операции в следующей последовательности:

После установки связи с КЛС выделить проверяемый КЛС в списке устройств навигатора и в контекстном меню выбрать пункт контекстного меню **"Информация об устройстве"** в разделе **"Устройства"**. При выборе этого пункта появляется окно, содержащее информацию о типе устройства и версии встроенного ПО (Рисунок 1).

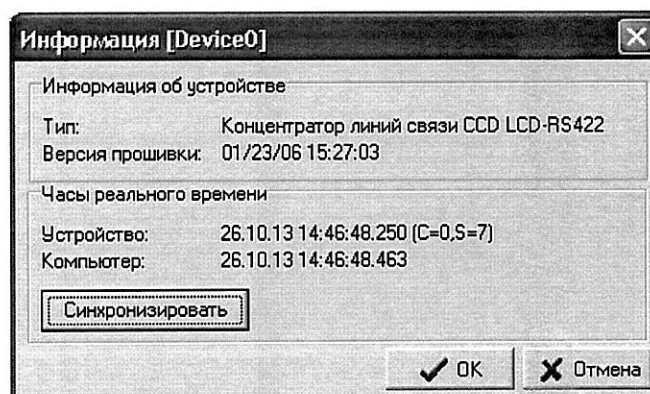


Рисунок 1. Проверка идентификатора встроенного ПО КЛС

Так как все модификации КЛС программно совместимы, в поле "**Тип**" этого окна всегда отображается текст "**Концентратор линий связи CCD LCD-RS422**". Поле "**Версия прошивки**" содержит полученные от КЛС дату и время создания встроенного в него ПО.

Идентификационные данные встроенного программного обеспечения концентраторов линий связи ССД LCDM-RS422-24VDC комплекса сбора данных КСД приведены в таблице 3.

Таблица 3 – ПО концентраторов линий связи ССД LCDM-RS422-24VDC (КСД)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	LCDM_RS422_09_12_2010.hex
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 12/09/10 16:13:22
Цифровой идентификатор ПО	-

Для проверки идентификационных признаков встроенного программного обеспечения ИК типа AS КИСОД надо выполнить операции в следующей последовательности:

- установив связь с устройством в ПО Midas Tools, перейти на закладку "Сервис" и в поле "Версия прошивки" прочитать номер версии программного обеспечения (рисунок 2).

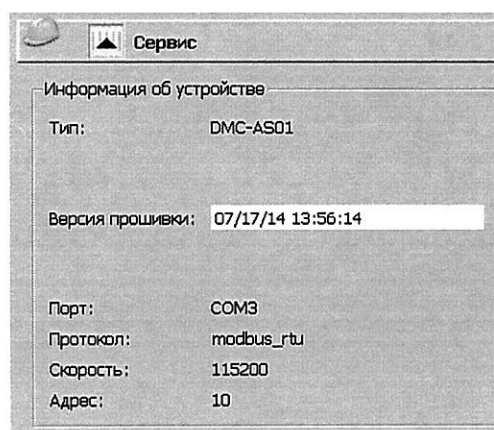


Рисунок 2

Идентификационные данные встроенного программного обеспечения ИК типа AS КИСОД приведены в таблице 4.

Таблица 4 – ПО ИК типа AS КИСОД

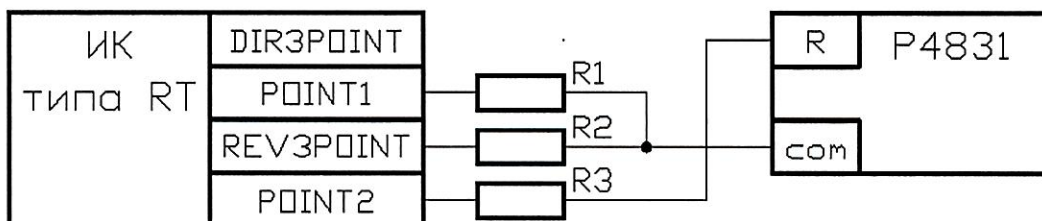
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DMC-AS01_17-07-2014.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 07/17/14 13:56:14
Цифровой идентификатор ПО	-

Программное обеспечение АСКГ считается прошедшим поверку положительными результатами, если полученные идентификационные данные (идентификационные наименования, номера версий программного обеспечения) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе "Программное обеспечение" описания типа средства измерений (таблицы 3, 4).

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка диапазонов и определение основной приведенной погрешности ИК температуры (ВИК с входными сигналами от термопреобразователей сопротивления).

- собирают схему в соответствии с рисунком 3;



ИК типа RT – измерительный канал комплекса сбора данных КСД, предназначенный для преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления;

P4831 – магазин сопротивления P4831;

R1=R2=R3=10 Ом – резисторы типа С2-29 (имитация сопротивления соединительных проводов).

Рисунок 3

- выбирают 5 точек T_i , равномерно распределенных в пределах диапазона преобразований сигналов от выбранного типа термопреобразователя сопротивления;
- для каждого значения T_i , исходя из номинального сопротивления и НСХ выбранного типа термопреобразователя сопротивления, по таблицам соответствующего ГОСТ находят значения сопротивления R_i ;
- на магазине P4831 последовательно устанавливают значения R_i ;
- снимают с экрана монитора на дверце шкафа с СТК-ЭР-М результаты преобразований $T_{изм\ i}$;
- вычисляют основную абсолютную погрешность преобразований в i -той точке диапазона по формуле

$$\Delta_{Ti} = |T_{изм\ i} - T_i|$$

Таблица 5

Тип (α , $^{\circ}\text{C}^{-1}$) термопреобразователя сопротивления, НСХ по ГОСТ	Диапазон преобразований, $^{\circ}\text{C}$	T_i , $^{\circ}\text{C}$	$T_{изм\ i}$, $^{\circ}\text{C}$	Основная абсолютная погрешность преобразований Δ_{Ti} , $^{\circ}\text{C}$	$\Delta_{T\text{ RTD}}$, $^{\circ}\text{C}$	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований $\Delta_{T\text{ пред}}$, $\pm ^{\circ}\text{C}$

- рассчитывают максимальное значение основной абсолютной погрешности ИК типа RT по формуле

$$\Delta_{T\text{ RTD}} = \max \{ \Delta_{Ti} \}$$

Измерительные каналы типа RT комплекса сбора данных КСД с входными сигналами от термопреобразователей сопротивления считаются прошедшими поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений $\Delta_{T\text{ RTD}}$ не превосходит (по абсолютной величине) допускаемых пределов основной абсолютной погрешности преобразований.

Результаты заносят в протокол поверки (форма таблицы 5).

- определяют основную приведенную погрешность измерительных каналов системы по формуле

$$\gamma_{ик\ T} = 1,1 \sqrt{(100\Delta_{T\text{ RTD}}/D)^2 + (100\Delta_{пип}/D)^2}$$

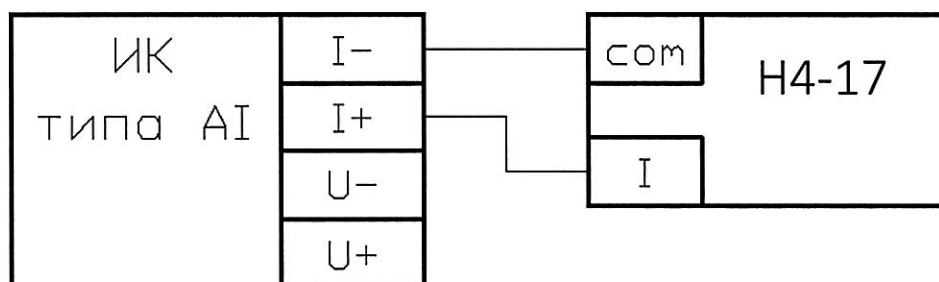
где $\Delta_{\text{пип}}$ – предел допускаемой основной абсолютной погрешности термопреобразователя сопротивления, определяемый классом С : $\Delta_{\text{пип}} = (0,6 + 0,01 |t|) ^\circ\text{C}$;

D – диапазон измерений канала системы.

Система считается прошедшей поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений $\gamma_{\text{ИК т}}$ не превосходит (по абсолютной величине) допускаемых пределов основной приведенной погрешности измерений температуры.

9.2 Проверка диапазонов и определение основной приведенной погрешности ИК давления, ИК расхода, ИК активной и реактивной мощности, ИК частоты, ИК напряжения статора, ИК тока статора (ВИК с входными сигналами силы постоянного тока).

- собрать схему в соответствии с рисунком 4;



ИК типа AI – измерительный канал комплекса сбора данных КСД, предназначенный для измерений входных сигналов силы постоянного тока;

H4-17 - калибратор универсальный H4-7 в режиме воспроизведения силы постоянного тока на пределе 20 мА.

Рисунок 4

- выбирают 5 точек I_i , равномерно распределенных в пределах выбранного диапазона измерений силы постоянного тока;
- на калибраторе H4-17 последовательно устанавливают значения I_i ;
- снимают с экрана монитора на дверце шкафа с СТК-ЭР-М результаты измерений $I_{\text{изм } i}$;
- вычисляют основную абсолютную погрешность измерений в i -той точке диапазона по формуле:

$$\Delta_{Ii} = |I_{\text{изм } i} - I_i|$$

Таблица 6

Диапазон измерений, мА	I_i , мА	$I_{\text{изм } i}$, мА	Основная абсолютная погрешность измерений Δ_{Ii} , мА	Δ_I , мА	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\Delta_{\text{Пред}}$, мА

- рассчитывают максимальное значение основной абсолютной погрешности ИК типа AI по формуле

$$\Delta_I = \max \{ \Delta_{Ii} \}$$

Результаты заносят в протокол поверки (форма таблицы 6).

Измерительные каналы типа АІ комплекса сбора данных КСД с входными сигналами силы постоянного тока считаются прошедшими поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений Δ_I не превосходит (по абсолютной величине) допускаемых пределов основной абсолютной погрешности измерений.

- определяют основную приведенную погрешность измерительных каналов системы по формулам

$$\text{а) } \gamma_{икI} = 1,1\sqrt{(100\Delta_I/D)^2 + (\gamma_{пип})^2} - \text{ для ИК давления, ИК расхода,}$$

где $\gamma_{пип}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности первичного измерительного преобразователя канала системы;

D — диапазон силы входного постоянного тока канала типа АІ.

$$\text{б) } \gamma_{икI} = 1,1\sqrt{(100\Delta_I/D)^2 + (\gamma_{тт})^2 + (\gamma_{тн})^2 + (\gamma_{пр})^2} - \text{ для ИК активной и реактивной мощности,}$$

где $\gamma_{тт}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности трансформатора тока ($\pm 0,2 \%$);

$\gamma_{тн}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности трансформатора напряжения ($\pm 0,2 \%$);

$\gamma_{пр}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразователя ($\pm 0,5 \%$);

D — диапазон силы входного постоянного тока канала типа АІ.

$$\text{в) } \gamma_{икI} = 1,1\sqrt{(100\Delta_I/D)^2 + (\gamma_{тр})^2 + (\gamma_{пр})^2} - \text{ для ИК частоты,}$$

где $\gamma_{тр}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности трансформатора ($\pm 0,2 \%$);

$\gamma_{пр}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразователя ($\pm 0,05 \%$);

D — диапазон силы входного постоянного тока канала типа АІ.

$$\text{г) } \gamma_{икI} = 1,1\sqrt{(100\Delta_I/D)^2 + (\gamma_{тр})^2 + (\gamma_{пр})^2} - \text{ для ИК напряжения статора, ИК тока статора,}$$

где $\gamma_{тр}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности трансформатора ($\pm 0,2 \%$);

$\gamma_{пр}$ — предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразователя ($\pm 0,5 \%$);

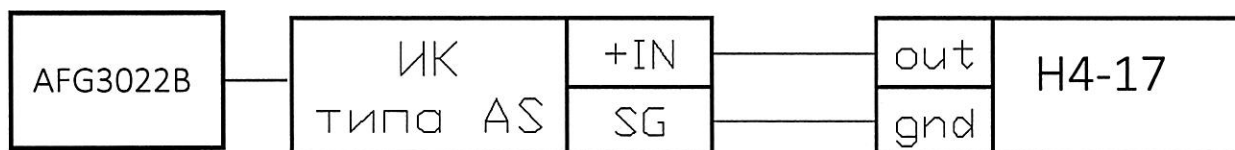
D — диапазон силы входного постоянного тока канала типа АІ.

Система считается прошедшей поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений $\gamma_{икI}$ не превосходит (по абсолютной величине) допускаемых пределов основной приведенной погрешности соответствующих измерений.

9.3 Проверка диапазонов и определение основной относительной погрешности ИК виброперемещения (ВИК с входными сигналами от акселерометров).

9.3.1 Вариант 1 - в качестве вторичной части (ВИК) ИК системы применен комплекс измерительный спектральной обработки данных КИСОД; в качестве первичного измерительного преобразователя применен акселерометр пьезоэлектрический модели 355B03 или оптический акселерометр FOA-100E (FOA-200).

AFG3022B – генератор сигналов сложной формы AFG3022B;



ИК типа AS – измерительный канал комплекса измерительного спектральной обработки данных КИСОД, предназначенный для преобразования амплитуд гармоник разложения в значения размаха виброперемещения;

H4-17 - калибратор универсальный H4-17 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока на пределе 2 В.

Рисунок 5

- на вход "L" синхронизации по частоте ИК типа AS подают с выхода генератора AFG3022B импульсный сигнал (меандр) с частотой 50 Гц с амплитудой от 4 до 10 В;

- устанавливают на калибраторе H4-17 частоту выходного сигнала напряжения переменного тока равной $F_0 = 100$ Гц;

- выбирают 5 точек S_i , равномерно распределенных в пределах диапазона преобразования;

- для каждого значения виброперемещения S_i рассчитывают соответствующее ему номинальное значение амплитуды U_i выходного напряжения переменного тока акселерометра по формуле

$$U_i = S_i \cdot K_c \cdot \omega^2 / 2, \quad (1)$$

где S_i – значение виброперемещения в i -той проверяемой точке диапазона (мкм);

K_c – номинальный коэффициент преобразования акселерометра (из Формуляра);

$\omega = 2\pi F_0$ – угловая частота, соответствующая F_0 ;

- вычисляют средние квадратические значения U_i^* , соответствующие амплитудным значениям U_i , по формуле

$$U_i^* = U_i / 1,4142 \quad (2)$$

- последовательно устанавливают на калибраторе H4-17 значения U_i^* ;

- снимают с экрана монитора на дверце шкафа с СТК-ЭР-М результаты преобразований $S_{изм\ i}$;

- вычисляют основную абсолютную погрешность преобразований в i -той точке диапазона по формуле

$$\Delta S_i = |S_{изм\ i} - S_i|$$

Таблица 7

Диапазон преобразований, мкм	S_i , мкм	U_i^* , мВ (скз)	$S_{изм\ i}$, мкм	Основная относительная погрешность преобразований δS_i , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразований $\delta S_{пред}$, %

- вычисляют основную относительную погрешность преобразований в i -той точке диапазона по формуле

$$\delta_{Si} = 100 \Delta S_i / S_i \quad \%$$

Результаты заносят в протокол поверки (форма таблицы 7).

Измерительные каналы типа AS комплекса измерительного спектральной обработки данных КИСОД с входными сигналами от акселерометров считаются прошедшими поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений δ_{Si} не превосходит (по абсолютной величине) допускаемых пределов основной относительной погрешности преобразований.

- определяют основную относительную погрешность измерительных каналов системы по формуле

$$\delta_{ик si} = 1,1 \sqrt{(\delta_{Si})^2 + (\delta_{пип})^2},$$

где $\delta_{пип}$ – предел допускаемой основной относительной погрешности первичного измерительного преобразователя - акселерометра пьезоэлектрического модели 355B03 (или оптического акселерометра FOA-100E (FOA-200)).

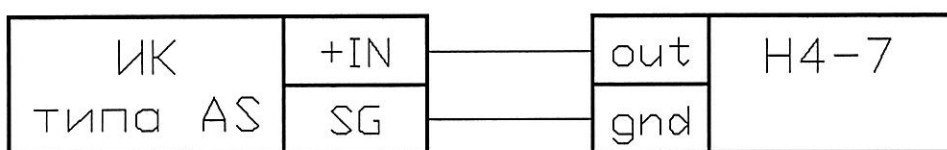
Система с применением во вторичной части ИК виброперемещения комплекса измерительного спектральной обработки данных КИСОД и комплектацией в качестве первичного измерительного преобразователя акселерометра пьезоэлектрического модели 355B03 или оптического акселерометра FOA-100E (FOA-200) считается прошедшей поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений $\delta_{ик si}$ не превосходит (по абсолютной величине):

- при комплектации ИК акселерометром пьезоэлектрическим модели 355B03.....11,5 %.

- при комплектации ИК оптическим акселерометром FOA-100E (FOA-200).....10 %.

9.3.2 Вариант 2 - в качестве вторичной части (ВИК) ИК системы применен комплекс сбора данных КСД; в качестве первичного измерительного преобразователя применен акселерометр пьезоэлектрический модели 355B03 или оптический акселерометр FOA-100E (FOA-200).

- собрать схему в соответствии с рисунком 6;



ИК типа AS – измерительный канал комплекса сбора данных КСД, предназначенный для преобразования входных сигналов от акселерометров;

4-17 - калибратор универсальный H4-17 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока на пределе 2 В.

Рисунок 6

- устанавливают на калибраторе H4-17 частоту выходного сигнала напряжения переменного тока равной $F_0 = 100$ Гц;

- выбирают 5 точек S_i , равномерно распределенных в пределах диапазона преобразования;

- по формулам (1) – (2) раздела 9.3.1 рассчитывают и последовательно устанавливают на выходе калибратора H4-17 средние квадратические значения напряжения переменного тока U_i^* ;

- снимают с экрана монитора на дверце шкафа с СТК-ЭР-М результаты преобразований $S_{изм\ i}$;

- вычисляют основную абсолютную погрешность преобразований в i -той точке диапазона по формуле

$$\Delta S_i = |S_{изм\ i} - S_i|$$

Результаты заносят в протокол поверки (форма таблицы 8).

Таблица 8

Диапазон преобразований, мкм	S_i , мкм	U_i^* , мВ (скз)	$S_{изм\ i}$, мкм	Основная абсолютная погрешность преобразований ΔS_i , мкм	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований $\Delta S_{пред}$, мкм

Измерительные каналы типа AS комплекса сбора данных КСД с входными сигналами от акселерометров считаются прошедшими поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений ΔS_i не превосходит (по абсолютной величине) допускаемых пределов основной абсолютной погрешности преобразований.

- определяют основную относительную погрешность измерительных каналов системы по формуле

$$\delta_{ик\ s\ i} = 1,1 \sqrt{(100 \Delta S_i / S_i)^2 + (\delta_{пип})^2},$$

где $\delta_{пип}$ – предел допускаемой основной относительной погрешности первичного измерительного преобразователя - акселерометра пьезоэлектрического модели 355B03 или оптического акселерометра FOA-100E (FOA-200).

Система с применением во вторичной части ИК виброперемещения комплекса сбора данных КСД и комплектацией в качестве первичного измерительного преобразователя акселерометра пьезоэлектрического модели 355B03 или оптического акселерометра FOA-100E (FOA-200) считается прошедшей поверку с положительными результатами, если ни одно из полученных значений $\delta_{ик\ s\ i}$ не превосходит (по абсолютной величине):

- при комплектации ИК акселерометром пьезоэлектрическим модели 355B0320 %

- при комплектации ИК оптическим акселерометром FOA-100E (FOA-200)15 %.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Система считается прошедшим поверку с положительным результатом, если полученные значения метрологических характеристик соответствуют приведенным в таблице 9 и по пункту 8.

Таблица 9

Наименование характеристики	Значение
Основная приведенная погрешность ИК давления: -диапазон измерений от 0 до 0,16 МПа (от 0 до 1,6 кгс/см ²) (Сапфир-22ЕМА-ДД, КСД)	±1,0 %
-диапазон измерений от 0 до 0,6 МПа (от 0 до 6 кгс/см ²) (ТЖИУ406ДД-М100 АС-Вн, КСД)	±1,0 %
Основная приведенная погрешность ИК расхода: -диапазон измерений от 0 до 250 м ³ /ч (Сапфир-22ЕМА-ДД, КСД)	±3,0 %
Основная приведенная погрешность ИК температуры: -диапазон измерений от -180 до 200 °С (НСХ по ГОСТ 6651-2009 50М,100М $\alpha=0,00428$ °С ⁻¹ , $\alpha=0,00426$ °С ⁻¹ Pt100 $\alpha=0,00385$ °С ⁻¹ 50П,100П $\alpha=0,00391$ °С ⁻¹ НСХ по ГОСТ 6651-84 46П $\alpha=0,00391$ °С ⁻¹ ; КСД)	±1,5 %
-диапазон измерений от -50 до 180 °С (НСХ по ГОСТ 6651-84 53М $\alpha=0,00426$ °С ⁻¹ ; КСД)	±1,5 %
Основная относительная погрешность ИК виброперемещения: -диапазон измерений от 10 до 1000 мкм (355В03, КИСОД)	±11,5 %
-диапазон измерений от 10 до 1000 мкм (FOA-100Е, FOA-200, КИСОД)	±10,0 %
-диапазон измерений от 10 до 1000 мкм (355В03,КСД)	±20,0 %
-диапазон измерений от 10 до 1000 мкм (FOA-100Е, FOA-200, КСД)	±15,0 %
Основная приведенная погрешность ИК активной и реактивной мощности: -диапазон измерений Р: от 0 до 1247 МВт; Q: от -1247 до 1247 МВт (BDG 072 А3, GSE30, E849/3-М1-АС, КСД)	±1,0 %
Основная приведенная погрешность ИК частоты: -диапазон измерений от 45 до 55 Гц (GSE30, E858/1, КСД)	±1,25 %
Основная приведенная погрешность ИК напряжения статора: -диапазон измерений от 0 до 30000 В (GSE30, E855/1-М1, КСД)	±1,5 %
Основная приведенная погрешность ИК тока статора: -диапазон измерений от 4000 до 57000 А (BDG 072 А3, E854/1-М1 АС, КСД)	±1,5 %

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 11.1 Результаты поверки считаются положительными, если характеристики системы удовлетворяют всем требованиям данной методики. В этом случае результаты поверки оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации.
- 11.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении).
- 11.3 При отрицательных результатах система к применению не допускается и результаты оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации с указанием причин о непригодности.



от " 19 " ноября 2021 г.

Протокол опробования №2064-001-2021

1. Место проведения испытаний: г. С.-Петербург, ФГУП "ВНИИМ им.Д.И. Менделеева", Московский пр.19
2. Сроки проведения испытаний: 19 ноября 2021 г.
3. Наименование испытаний: Опробование методики поверки МП2064-0126-2021 по п.9.3.1 "Проверка диапазонов и определение основной относительной погрешности ИК виброперемещения (ВИК с входными сигналами от акселерометров).
4. Условия проведения испытаний:

Значения влияющих факторов согласно проекту МП		Значения влияющих факторов за период опробования МП
температура окружающего воздуха, °C	от 15 до 25	21
относительная влажность воздуха, %	от 50 до 80	57
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106	99,9

5. Средства измерений, эталоны:
 - калибратор универсальный Н4-17, воспроизведение напряжения переменного тока, предел 2 В, $\pm (0,005 \% U_x + 0,0005 \% U_k)$;
(Свидетельства о поверке: №№ С-СП/19-05-2021/64357264, С-СП/19-05-2021/64357268, до 18.05.2022 г., выдано ФБУ "Тест-С.- Петербург");
 - генератор сигналов произвольной формы 33622А, от 1 мкГц до 50 МГц, $1 \cdot 10^{-6}$ (импульсный режим) (Свидетельство о поверке: № С-СП/01-10-2021/100120956, до 30.09.2022 г., выдано ФБУ "Тест-С.- Петербург").
6. Нормированные значения контролируемых метрологических характеристик приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Пределы допускаемой основной относительной погрешности ИК системы
диапазон измерений виброперемещения от 10 до 1000 мкм Комплекс измерительный спектральной обработки данных КИСОД (Акселерометры пьезоэлектрические модели 355В03)	$\delta_0 = \pm 11,5 \%$
диапазон измерений виброперемещения от 10 до 1000 мкм Комплекс измерительный спектральной обработки данных КИСОД (Оптические акселерометры FOA-100E, FOA-200)	$\delta_0 = \pm 10,0 \%$

7. Результаты выполнения процедур, предусмотренных п.9.3.1 МП:
Результаты приведены в таблицах 1- 2.

Испытания проводил:

вед. инженер

Алимпиев А.И.

Таблица 1 $F_0 = 100$ Гц акселерометр пьезоэлектрический модели 355B03
(зав. № 48916; $K_c = 10,03$ мВ/м/с²)

Диапазон преобразований, мкм	S_i , мкм	U_i^* , мВ (скз)	$S_{изм\ i}$, мкм	Основная относительная погрешность преобразований δ_{Si} , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразований $\delta_{S\ пред}$, % (канал типа AS, КИСОД)
от 10 до 1000	50	70,0	50,16	0,320	$\pm 1,0$
	250	350,0	250,33	0,132	
	500	700,1	500,48	0,096	
	750	1050,1	750,75	0,100	
	1000	1400,2	1001,72	0,172	

Таблица 2 $F_0 = 100$ Гц оптический акселерометр FOA-200
(зав. № 18239FA03; $K_c = 10,19$ мВ/м/с²)

Диапазон преобразований, мкм	S_i , мкм	U_i^* , мВ (скз)	$S_{изм\ i}$, мкм	Основная относительная погрешность преобразований δ_{Si} , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразований $\delta_{S\ пред}$, % (канал типа AS, КИСОД)
от 10 до 1000	50	71,1	50,24	0,480	$\pm 1,0$
	250	355,6	250,54	0,216	
	500	711,3	500,82	0,164	
	750	1066,9	751,26	0,168	
	1000	1422,5	1000,84	0,084	

$$U_i^* = S_i \cdot K_c \cdot \omega^2 / 2,828 \quad (\text{мВ})$$

где S_i – значение виброперемещения в i -той проверяемой точке диапазона (м);

K_c – номинальный коэффициент преобразования акселерометра мВ/м/с²;

$\omega = 2\pi F_0$ – угловая частота (рад), соответствующая F_0 (Гц).

Основная относительная погрешность измерительных каналов системы определяется по соотношению:

$$\delta_{ик\ i} = 1,1 \sqrt{(\delta_{Si})^2 + (\delta_{пип})^2},$$



где $\delta_{\text{ПИП}}$ - предел допускаемой основной относительной погрешности:

- акселерометра пьезоэлектрического модели 355B03 $\delta_{\text{ПИП}} = 10 \%$;
- оптического акселерометра FOA-200 $\delta_{\text{ПИП}} = 5 \%$;

Значения $\delta_{\text{ИК } S_i}$ не превосходят:

- для ИК с акселерометром пьезоэлектрическим модели 355B03 11,006 %
($\delta_{\text{ИК } S_{\text{доп}}} = \pm 11,5 \%$)
- для ИК с оптическим акселерометром FOA-200 5,52 %
($\delta_{\text{ИК } S_{\text{доп}}} = \pm 10 \%$)

8. Выводы:

8.1 Предусмотренные п.9.3.1 методики поверки МП2064-0126-2021 "ГСИ. Системы автоматизированные контроля и регистрации технологических параметров генератора АСКГ. Методика поверки" процедуры для подтверждения соответствия в части проверки диапазонов и определение основной относительной погрешности ИК виброперемещения системы достаточны.

8.2 Методикой поверки по п.9.3.1 обеспечивается прослеживаемость:

- к Государственному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 согласно Приказа Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения".

9. Заключение: методика поверки по п.9.3.1 МП2064-0126-2021 пригодна для определения метрологических характеристик системы автоматизированные контроля и регистрации технологических параметров генератора АСКГ.