

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

И. Пронин
« 05 » _____ 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИ-СТ16 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ
ПАРАМЕТРОВ ТУРБОВАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА СТЕНДЕ 16**

Методика поверки

061.240.2019 МП

И.о. главного метролога

АО «ОДК-Климов»

А.С. Ильина

2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1 Операции поверки	4
2 Средства поверки	4
3 Требования безопасности	7
4 Условия поверки	8
5 Подготовка к поверке	9
6 Проведение поверки	10
6.1 Внешний осмотр	10
6.2 Загрузка компьютерной программы	10
6.3 Опробование	14
6.4 Установление способов и параметров поверки	14
7 Поверка измерительных каналов	18
7.1 Определение метрологических характеристик ИК давления, разряжения и перепада давления	18
7.2 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры измеряемой термоэлектрическими преобразователями (ХА, ХК)	19
7.3 Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)	20
7.4 Определение метрологических характеристик ИК силы	21
7.5 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока	22
7.6 Определение метрологических характеристик ИК угловых перемещений	22
7.7 Определение метрологических характеристик ИК интервалов времени	23
7.8 Определение метрологических характеристик ИК виброскорости	23
7.9 Определение метрологических характеристик ИК электрических величин	24
7.10 Определение метрологических характеристик ИК массы	27
8 Обработка результатов поверки	28
9 Оформление результатов поверки	31
Приложение А Метрологические характеристики СИ-СТ16	32
Приложение В Значения коэффициента Стьюдента-Фишера в зависимости от числа степеней свободы при доверительной вероятности $P = 0,95$	38
Приложение С Протокол №..... определения погрешностей измерительной системы СИ-СТ16 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 16	39

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (далее МП) устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок измерительных каналов (далее ИК) системы измерительной СИ-СТ16 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 16 (далее ИС) при испытаниях двигателей ТВЗ-117 и ВК-2500 различных моделей и модификаций в АО «ОДК-Климов».

ИС представляется на поверку со следующим комплектом технической документации: руководством по эксплуатации, методикой поверки.

Поверка ИК ИС осуществляется двумя способами:

- комплектным способом, при котором контролируют метрологические характеристики (МХ) ИК в целом;

- поэлементным, при котором контролируют МХ отдельных частей ИК. Погрешность ИК определяется суммированием погрешностей его отдельных частей. При поэлементном способе поверки ИК проводится автономная комплектная поверка его части, включающей первичные преобразователи (ПП), по установленным методикам поверки, а другая часть, включающая систему сбора данных (ССД), поверяется по настоящей МП.

Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки отдельных ИК и сокращение количества измеряемых величин, путем исключения из числа поверяемых одного или нескольких ИК.

Обработка результатов поверки проводится в соответствии с разделом 7.

Периодичность поверки ИС - 1 раз в год.

Принятые в документе сокращенные обозначения:

ВП - верхний предел измерений;

ИЗ - измеренное значение;

ИК - измерительный канал;

ИС - измерительная система;

МП - методика поверки;

МХ - метрологические характеристики;

НЗ - нормированное значение;

НСП - неисключенная систематическая погрешность;

НСХП - номинальная статическая характеристика преобразования;

ПК - персональный компьютер;

ПП - первичный преобразователь;

РЭ - рабочий эталон;

СКО - среднее квадратическое отклонение;

ССД - система сбора данных;

ТПР - турбинный преобразователь расхода жидкости.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При первичной и периодической поверке системы выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	да	да
Проверка программного обеспечения (ПО)	6.2	да	да
Опробование	6.3	да	да
Определение метрологических характеристик	7	да	да
Определение метрологических характеристик ИК давления, разряжения и перепада давления. Количество ИК - 34	7.1	да	да
Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК. Количество ИК - 19	7.2	да	да
Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления). Количество ИК - 10	7.3	да	да
Определение метрологических характеристик ИК силы, соответствующей значениям крутящего момента Количество ИК - 1	7.4	да	да
Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока. Количество ИК - 8	7.5	да	да
Определение метрологических характеристик ИК угловых перемещений. Количество ИК - 3	7.6	да	да
Определение метрологических характеристик ИК интервалов времени. Количество ИК - 1	7.7	да	да
Определение метрологических характеристик ИК виброскорости. Количество ИК - 18	7.8	да	да
Определение метрологических характеристик ИК электрических величин Количество ИК - 21	7.9	да	да
Определение метрологических характеристик ИК массы. Количество ИК - 1	7.10	да	да

Примечания:

1 Допускается сокращение объема поверки ИС путем не проведения поверки одного или нескольких ИК, в соответствии с требованиями программ испытаний изделий для измерительного контроля параметров которых ИС предназначена;

2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке системы.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки используются рабочие эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
Основные средства поверки	
7.1.1	Калибратор давления портативный Метран 501-ПКД-Р (рег. № 22307-04): диапазон воспроизведения полного давления от минус 0,1 Па до 60 МПа, пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности воспроизведения полного давления $\pm(0,04...0,05) \%$.
7.3.2 7.10	Магазин сопротивлений Р4831 (рег. № 38510-08): диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,001 до 111111,1 Ом, класс точности 0,02.
7.3.1	Калибратор температуры JOFRA серии RTC-R156B (рег. № 46576-11): диапазон воспроизведения температуры от минус 30 до 155 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,18$ °С; Калибратор температуры JOFRA серии RTC-R700B (рег. № 46576-11): диапазон воспроизведения температуры от 33 до 700 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,29$ °С в диапазоне от 33 до 660 °С и $\pm 1,69$ °С в диапазоне от 660 до 700 °С.
7.1.2 7.2 7.8 7.9 7.9.3 7.9.5 7.9.6	Калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 (рег. № 20641-00): - диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 100 мВ, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0,05+0,0075 \cdot (U/U_k-1)) \%$, где U - верхний предел диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока, В, U _к – контролируемое значение воспроизводимой величины, В; - диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 22 мА, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm(0,05+0,001 \cdot (I/I_k-1)) \%$, I - верхний предел диапазона воспроизведения постоянного тока, А, I _к - значение, А.
7.5.1 7.8	Генератор сигналов сложной и специальной формы 33250А (рег. № 26209-08): диапазон воспроизведения частоты от 1 мГц до 20 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ Гц.
7.4 7.10	Гири специальные массой 10 кг (рег. № 48177-11): класс точности М1 пределы допускаемого отклонения массы $\pm 0,5$ г.
7.7	Преобразователь угловых перемещений ЛИР-1170К с устройством цифровой индикации ЛИР-510-00 (рег. № 64111-16): диапазон измерений плоского угла от 0 до 360°, пределы допускаемой погрешности измерений плоского угла $\pm 5''$.

Продолжение таблицы 2

Вспомогательные средства поверки	
7.10.5	Источник питания Б5-71/1м (рег. № 16500-97): - диапазон выходного напряжения от 0,1 до 30 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,008 \cdot U_{\text{уст}} + 0,1)$ В; - диапазон выходного тока от 0,1 до 10 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,02 \cdot I_{\text{макс}} + 0,05)$ А.
6	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (рег. № 15500-12): диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 2 %; диапазон измерения температуры от минус 50 до 120 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры в диапазоне -20 до +60 °С $\pm 0,2$ °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры в диапазоне -50 до -20 °С и от +60 до +120 °С $\pm 0,5$ °С.
6	Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1 (рег. № 16006-97): диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 1100 гПа (от 450 до 825 мм рт. ст.); пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления ± 33 Па ($\pm 0,25$ мм рт. ст.).

2.2 Указанные в таблице 2 средства поверки при необходимости могут быть заменены на другие, соответствующие требованиям настоящей методики по точности и диапазону воспроизведения или измерений физических величин.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки ИС необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030.0-81, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.1.004-91 и требования безопасности, указанными в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

- к работе по выполнению поверки (калибровки) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие аттестацию по технике безопасности и промышленной санитарии, ознакомленные с эксплуатационной документацией на ИС, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования стенда и с настоящей методикой;
- электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;
- работы по выполнению поверки ИС должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 Условия окружающей среды в испытательном боксе:

- температура воздуха, °C (K).....от 10 до 30 (от 283 до 303);
- относительная влажность воздуха, %..... не более 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст).....от 96 до 106,7 (720 до 800).

4.2 Условия окружающей среды в помещении пультовой:

- температура воздуха, °C (K)..... 20 ± 5 (от 288 до 298);
- относительная влажность воздуха, %..... 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст).....от 96 до 106,7 (720 до 800).

4.3 Питание электронных приборов и ЭВМ:

- напряжение питающей сети, В 220 ± 22 ;
- частота питающей сети, Гц..... 50 ± 1 .

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать требованиям, указанным в их руководствах по эксплуатации.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

- проверить комплектность технологической и эксплуатационной документации ИС;
- проверить наличие знаков поверки, а также свидетельств о поверке на эталонные и вспомогательные средства поверки;
- подготовить к работе все приборы и аппаратуру ИС в соответствии с руководством по эксплуатации ИНСИ.425835.000.00 РЭ;
- собрать схемы поверки ИК в соответствии с блок-схемами, приведенными в разделе 7 методики поверки 061.240.2019 МП, и проверить целостность электрических цепей;
- обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входе ИК;
- включить вентиляцию и освещение в испытательных помещениях;
- включить питание измерительных преобразователей и аппаратуры ИС;
- создать, проконтролировать и записать в протокол поверки условия проведения поверки.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- комплектность ИС в соответствии с формуляром ИНСИ.425835.000.00 ФО;
- отсутствие механических повреждений;
- исправность органов управления (четкость фиксации положения переключателей и кнопок, возможность установки переключателей в необходимое положение);
- отсутствие нарушений экранировки линий связи;
- отсутствие обугливания и следов коррозии на изоляции внешних токоведущих частей системы;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- заземление электронных блоков системы;
- наличие и сохранность пломб (согласно сборочным чертежам)

6.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

6.2 Загрузка компьютерной программы «Метрология»

6.2.1 Подготовить ИС к работе соответствии с РЭ.

6.2.2 Запустить программную утилиту «Метрология» (рисунок 1) двойным щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме «Метрология» на рабочем столе АРМ_1.

6.2.3 Указать файл конфигурации. Для этого в меню «Файл/Конфигурация» ввести полный сетевой путь к файлу конфигурации ИС klimov16.xml. При нажатии кнопки «Применить» программа загружает данные из указанного файла. При последующих запусках программы имя и путь к файлу конфигурации повторно вводить не требуется.

6.2.4 Настроить программу «Метрология» и выбрать ИК, по которому необходимо выполнить поверку, из Перечня ИК (Приложение А).

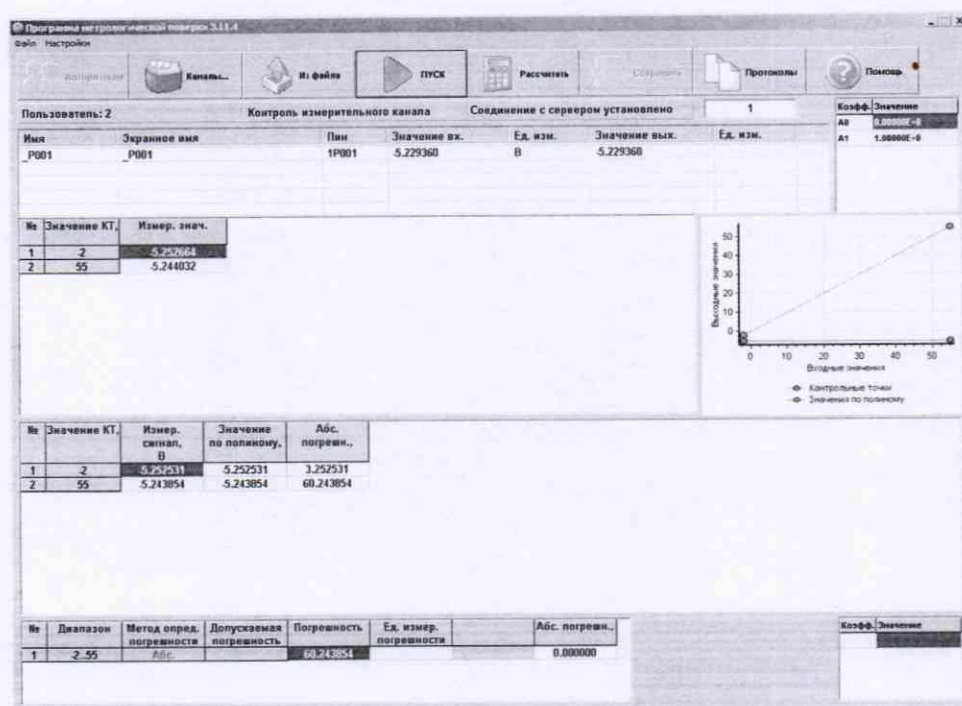


Рисунок 1 - Программное обеспечение поверки

6.2.4.1 Открыть окно «Выбор каналов» (рисунок 2) нажав на значок «Каналы» и добавить выбранный канал (в соответствии с Приложением А) в таблицу «Выбранные каналы» нажав кнопку «➡».

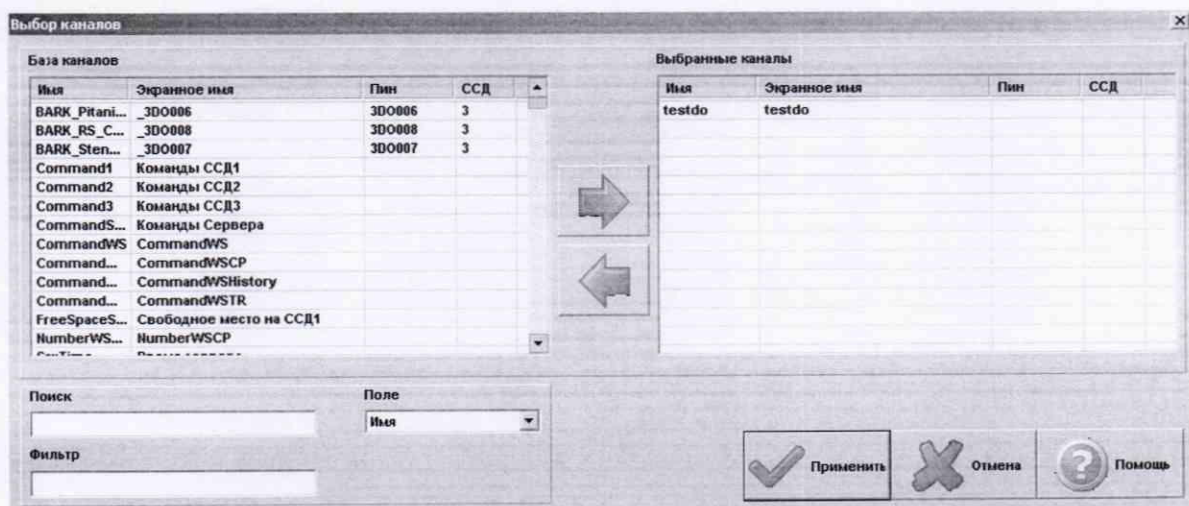


Рисунок 2 - Окно выбора каналов

6.2.4.2В меню «Настройки/Общие» открыть окно «Общие параметры» (рисунок 3) и выполнить следующие действия:

- выбрать операцию «Проверка» из выпадающего списка «Операция»;
- выбрать «Канал» из выпадающего списка «Объект»;
- установить значение частоты выборки в поле «Частота выборки, Гц», равное «100»;
- задать число наблюдений значения сигнала в контрольной точке в поле «Размер выборки», равное «50».

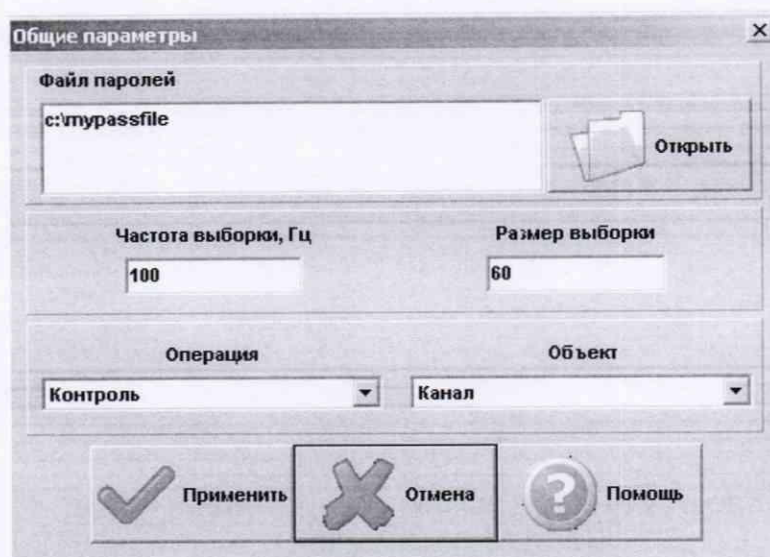


Рисунок 3 - Окно ввода общих параметров

6.2.4.3 Настроить параметры измерений в окне «Параметры измерений» (рисунок 4) выбрав в меню «Настройки/Измерения»:

- убедиться в отсутствии выбора в ячейке «Циклы»;
- ввести значения контрольных точек сигнала с рабочего эталона, подаваемого на вход проверяемого канала. Ввод возможен как вручную (при нажатии кнопки «Добавить»), так и автоматически с равными интервалами в заданном диапазоне. Во

втором случае вводятся значения начальной и конечной точки диапазона измерений данного ИК в соответствии с Приложением А и задается число контрольных точек. После чего нажимается кнопка «Рассчитать».

Параметры измерений

Контрольные точки,

№	Значение
1	0.00000
2	2.00000
3	4.00000
4	6.00000
5	8.00000
6	10.00000
7	12.00000
8	14.00000
9	16.00000
10	18.00000
11	20.00000

☒ Циклы
Число циклов: 1

Начальная точка диапазона, 0.00000
Конечная точка диапазона, 20.00000
Число точек: 11

Добавить Очистить Рассчитать

Применить Отмена Помощь

Рисунок 4 - Окно параметров измерений

6.2.4.4 Занести параметры рабочего эталона в меню «Настройки/Эталоны». В поле «Выбранные эталоны» отображается перечень файлов с описаниями рабочих эталонов, применяемых в зависимости от выполняемых работ. Для добавления нового СИ нажимается кнопка «Добавить» и выбирается соответствующий файл. Для удаления из списка нажать кнопку «Удалить». Для создания файла описания нового эталонного средства или редактирования имеющегося нажать кнопку «Редактор эталонов». Где вводятся следующие параметры:

- «Название» - название рабочего эталона в произвольной форме;
- «Заводской №» - заводской номер эталонного средства;
- «Поверен до (дата)» - дата очередной поверки рабочего эталона;
- «Физическая величина» - наименование физической величины, которую воспроизводит рабочий эталон (напряжение, ток, сопротивление и т.д.);
- «Единица измерения» - единица измерения воспроизводимой физической величины;
- «Постоянная составляющая погрешности» - неизменяемая часть погрешности рабочего эталона;
- «Погрешность» - погрешность эталона;
- «Шаг установки» - величина минимального дискретного изменения устанавливаемого значения на эталонном средстве;
- «Минимальное значение», «Максимальное значение» - пределы установки сигнала на рабочем эталоне.

Нажать кнопку «Сохранить», после чего введенные параметры эталона сохраняются в соответствующем файле.

Примечание - Значения погрешности эталона берется из паспорта СИ, которое используется как рабочий эталон при поверке ИК. В случае, если у рабочего эталона нормируется только одна из погрешностей, в оставшемся поле задать «0».

6.2.4.5 В меню «Настройки/Расчеты» открыть окно «Параметры расчетов» (рисунок 5) и для каждой контрольной точки указать метод определения погрешности ИК (в соответствии с Приложением А) нажав на соответствующую кнопку:

- «ВП» – от верхнего предела;
- «ИЗ» – от измеренного значения;
- «Абс.» - абсолютная погрешность измерений.

Контрольная точка	Метод опред. погрешности
-2	
3.7	Абс.
9.4	Абс.
15.1	Абс.
20.8	Абс.
26.5	Абс.
32.2	Абс.
37.9	Абс.
43.6	Абс.
49.3	Абс.
55	Абс.

ВП ВП ИЗ ИЗ Абс.

Диапазон	Допускаемая погрешность
-2..55	0.01

Приложить Отмена Помощь

Рисунок 5 - Окно параметров расчетов

6.2.4.6 Задать пределы допускаемой погрешности ИК в соответствии с Приложением А в колонке «Допускаемая погрешность» в окне «Параметры расчетов».

6.2.5 Включить рабочий эталон в режиме воспроизведения диапазона измеряемого ИК.

6.2.6 Запустить испытания, нажав кнопку «Пуск». В этом случае отображается окно со значением первой контрольной точки (рисунок 6).

Значение контрольной точки

-2

Записать Вернуться Отмена Помощь

Рисунок 6 - Окно с указанием устанавливаемой контрольной точки

6.2.7 Установить соответствующее значение эталонного сигнала на входах ИК. Текущее измеренное значение в этом случае отображается в колонке «Значение вх.» в таблице основного окна программы.

6.2.8 Записать значение. Для этого нажать кнопку «Записать». В этом случае текущие значения каналов регистрируются в памяти и будут использованы для дальнейших расчетов. Далее отображается окно с очередной контрольной точкой, которая обрабатывается аналогичным образом. Процедура измерений и записи повторяется до тех пор, пока не будут пройдены все контрольные точки.

6.2.9 Нажать кнопку «Готово» и просмотреть результаты измерений. По окончании измерений зарегистрированные данные подвергаются обработке и расчету составляющих погрешностей. Результаты вычислений выводятся в таблице основного окна программы.

6.2.10 Для формирования протоколов поверки после ее проведения на главном окне нажать кнопку «Протоколы». После этого в папке, заданной в поле «Папка для сохранения протоколов», автоматически создаются по 2 файла на каждый испытываемый канал. Первый файл формата «XLS» содержит сведения об измерительном канале, эталонах, условиях поверки, результатов вычислений погрешностей. Второй файл формата «TXT» содержит в себе исходные измеренные данные без обработки.

6.2.11 ПО «Метрология» предусматривает проведение поверки всех типов ИК в соответствии с Приложением А настоящей МП, с учетом п.п. 6.4.2...6.4.4, а обработка результатов поверки реализована в соответствии с п. 8.

6.3 Опробование

6.3.1 При опробовании проверить правильность функционирования ИС.

Для этого выбрать 3 любых ИК. Загрузить компьютерную программу по п.6.2. Подать на вход ИК с помощью рабочего эталона минимальное значение физического параметра или имитирующего сигнала, а также значения равные 0,5 ВП и 1,0 ВП (3 контрольных точки) и наблюдать результаты измерений на экране монитора.

6.3.2 Убедиться в правильности функционирования. Правильность функционирования проверяется выполнением следующего критерия:

$$\max |x_i - x| < \Delta,$$

где x_i – задаваемые эталонные значения физического параметра в i -той контрольной точке ($i=3$);

x – выведенный на экране монитора результат измерений физического параметра в i -той контрольной точке;

Δ - предел допускаемой абсолютной погрешности ИК.

6.3.3 Проверка правильности функционирования ИС считать выполненной, если результаты наблюдений удовлетворяют требованиям п.6.3.2.

6.4 Установление способов и параметров поверки

6.4.1 Установлены два способа поверки ИК СИ-СТ16: комплектный и поэлементный.

6.4.2 Поверку ИК при комплектной поверке проводится в следующей последовательности.

6.4.2.1 Установить с помощью РЭ в диапазоне поверки последовательно i контрольных точек (ступеней) входной величины от x_I до x_i (прямой ход) и i контрольных точек входной величины от x_i до x_I (обратный ход).

На каждой ступени при прямом и обратном ходе провести m отсчетов измеряемой величины. В результате в памяти компьютера запоминаются массивы значений выходной величины z_{im} при прямом ходе и z_{im} при обратном ходе,

где

i - номер ступени (контрольной точки);

m - номер отсчета (число измерений) в каждой контрольной точке.

Примечание - Для ИК с пренебрежимо малой погрешностью вариации допускается обратные ходы градуировки не проводить. Первая и последняя контрольные точки, как правило, должны совпадать с началом и концом диапазона (поддиапазона) измерений (воспроизведения).

6.4.2.2 Подход к выбору количества ступеней и количества наблюдений (число измерений) при проведении поверки ИК в общем виде изложен в методических указаниях МИ 187-86, МИ 188-86.

6.4.2.3 С учетом рекомендаций методических указаний МИ 187-86, МИ 188-86, а также исходя из опыта применения средств и методов измерений, близких к используемым в СИ-СТ16, могут быть приняты следующие значения параметров i , m :

- для ИК силы при первичной поверке: $i \geq 10$; $m \geq 2$, при периодической поверке $i \geq 10$; $m \geq 1$.

- для остальных ИК при первичной поверке $i \geq 5$; $m \geq 2$; при периодической поверке: $i \geq 5$; $m \geq 1$.

6.4.3 Поверка части ИК, включающая связующий компонент ИС и ССД, проводится в следующей последовательности:

6.4.3.1 Установить на входе связующего компонента ИС с помощью РЭ последовательно контрольные значения входной величины x_{im} , согласно п. 6.4.2.1

В результате в памяти компьютера запоминаются массивы значений выходной величины z_{im} , где i - номер ступени (контрольной точки), m - номер отсчета (число измерений) в каждой контрольной точке.

6.4.4 Обработку массивов полученных данных по п.п. 6.4.2 и 6.4.3 выполнять согласно п. 8 настоящей методики. ИК или его часть считать прошедшими поверку, если погрешность, определенная по результатам поверки, находится в допускаемых пределах, согласно Приложения А.

6.4.5 Поверка первичных преобразователей (датчиков преобразования) выполняется при поверке ИК поэлементным методом для подтверждения МХ датчиков преобразования.

6.4.5.1 Отсоединить разъем подключения датчика к электрической части ИК, демонтировать датчик и поместить его в тару для дальнейшей автономной поверки по утвержденным методикам.

6.4.5.2 Датчик преобразования признается годным к применению в составе поверяемого ИК, если его максимальная погрешность, определенная по результатам поверки, находится в допускаемых пределах. В противном случае датчик бракуется и направляется в ремонт или подлежит замене на годный.

6.4.6 Проверка контрольных сумм исполняемого кода (цифрового идентификатора) ПО СИ-СТ16.

6.4.6.1 Идентификацию ПО ИС осуществлять путем проверки идентификационных данных (признаков) программных компонентов ПО ИС, отнесенных к метрологически значимым.

6.4.6.2 Для проверки контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора) ПО необходимо:

- навести курсор манипулятора на пиктограмму «ARM.exe», представленную на рисунке 7. Нажав левую клавишу манипулятора, запустить ПО «ARM.exe»;



Рисунок 7 - Значок ПО «ARM.exe»

- в открывшемся меню ПО «ARM.exe» выбрать с помощью манипулятора пункт «Проверка подлинности ПО», как на рисунке 8.

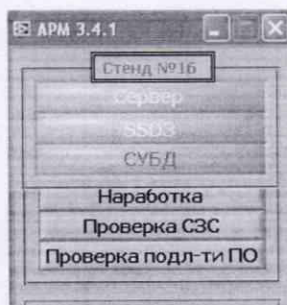


Рисунок 8 – Меню ПО «ARM.exe»

- при выборе пункта «Проверка подлинности ПО», должно появиться окно «Проверка подлинности метрологически значимой части ПО АСУТП-И», как на рисунке 9.

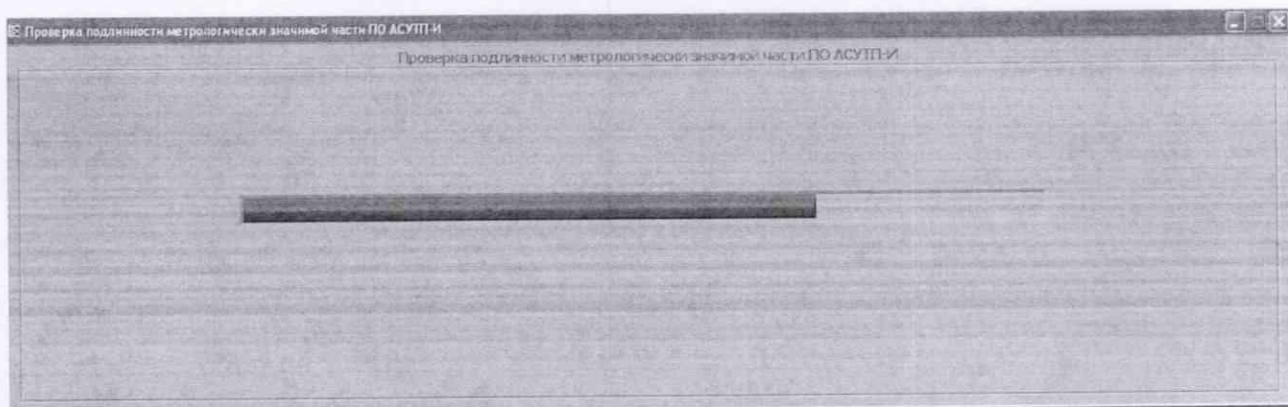


Рисунок 9 – Рабочая область модуля
«Проверка подлинности метрологически значимой части ПО АСУТП-И»

- на определение контрольных сумм файлов отводится время по истечении, которого программный модуль должен отобразить информацию о вычисленной контрольной сумме (см. рисунок 10);

Проверка подлинности метрологически значимой части ПО АСУТП-И					
Проверка подлинности метрологически значимой части ПО АСУТП-И					
Наименование ПО	Имя файла	Номер версии ПО	Цифровой идентификатор ПО из ФАП (контрольная сумма MD5)	Цифровой идентификатор ПО АСУТП-И (контрольная сумма MD5)	Результат сравнения
Сервер параметров (основной модуль)	insys_server22-1.exe	1.25.10	F4B53650D094CEFE7E8C2802A7B8C341	F4B53650D094CEFE7E8C2802A7B8C341	Контрольные суммы совпадают.
Сервер параметров (модуль расчета)	insysformula.dll	1.0.4	A44E49B6FDA0CB836AAC308AF4836CB04	A44E49B6FDA0CB836AAC308AF4836CB04	Контрольные суммы совпадают.
Сервер параметров (модуль расчета)	srv_dll_cold_junction_com	1.3.1	0F3AA4058B84E70875777D0E986990BD5	0F3AA4058B84E70875777D0E986990BD5	Контрольные суммы совпадают.
Сервер параметров (модуль расчета)	srv_dll_therm_resist_calc	1.1.2	9296C8F80036D406AE39E8866AF82B86	9296C8F80036D406AE39E8866AF82B86	Контрольные суммы совпадают.
Программа сбора данных подсистемы	ssd1_pvi_rt.dll	1.15.2	E300E9EED84407388767B098F0ADACE8	E300E9EED84407388767B098F0ADACE8	Контрольные суммы совпадают.
Программа сбора данных подсистемы	ssd2_startup.rtf.exe	1.2.1	7714AC3412380CAB43153EF71542802F	7714AC3412380CAB43153EF71542802F	Контрольные суммы совпадают.
Программа метрологических исследований	Metrology.exe	3.12.4	BAFF3354D740D5E5FA3EA9CCFED4D84A	BAFF3354D740D5E5FA3EA9CCFED4D84A	Контрольные суммы совпадают.
Результат проверки					
Контрольные суммы ПО АСУТП-И полностью совпадают с контрольными суммами ПО из БД ФАП					

Рисунок 10 – Рабочая область модуля «Проверка подлинности метрологически значимой части ПО АСУТП-И» с вычисленными контрольными суммами файлов

- в таблице 3 перечислены файлы ПО, версия ПО, и рассчитанная контрольная сумма;

- сверить рассчитанные контрольные суммы с контрольными суммами, указанными в таблице 3.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
1	2	3	4	5
Сервер параметров (основной модуль)	insys_server22-1.exe	не ниже 1.25.10	f4b53650dd94ecfe7e8c2802a7bbc341	MD5
Сервер параметров (модуль расчета формул)	insysformula.dll	не ниже 1.0.4	a44e49bbfdacb836aac308af4836cb04	MD5
Сервер параметров (модуль расчета температуры термопар)	srv_dll_cold_junction_comp.dll	не ниже 1.3.1	0f3aa4058b4e70875777dde98699dbd5	MD5
Сервер параметров (модуль расчета температуры термометров сопротивления)	srv_dll_therm_resist_calc.dll	не ниже 1.1.2	9296c8f80036d4d6ae39e8866af82b8b	MD5
Программа сбора данных подсистемы №1 (основной модуль)	ssd1_pxi_rt.dll	не ниже 1.15.2	e3d0e9eed84407388767b098f0adace8	MD5
Программа сбора данных подсистемы №2 (основной модуль)	ssd2_startup.rtexe	не ниже 1.2.1	7714ac34123b0cab43153ef71542802f	MD5
Программа метрологических исследований	Metrology.exe	не ниже 3.12.4	8aff3354d740d5e5fa3ea9ccefd4d84a	MD5

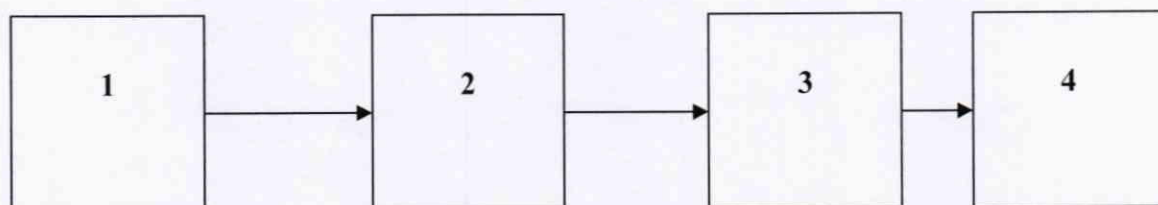
6.4.6.3 Результаты проверки считать положительными, если при проверке контрольных сумм исполняемого кода значения рассчитанной контрольной суммы совпадают со значениями, приведенными в таблице 3.

7 ПОВЕРКА ИК

7.1 Определение метрологических характеристик ИК давления, разряжения и перепада давления

7.1.1 Комплектная поверка ИК давления, разряжения и перепада давления

7.1.1.1 Блок-схема комплектной поверки ИК давления, разряжения и перепада давления приведена на рисунке 11.



- 1 - РЭ давления (МЕТРАН 501-ПКД-Р);
- 2 - датчик давления (разряжения, перепада);
- 3 – ССД;
- 4 - ПК

Рисунок 11 - Блок-схема комплектной поверки ИК давления, разряжения и перепада давления

7.1.1.2 Поверку проводить в следующей последовательности:

- отсоединить вход первичного преобразователя от измерительной магистрали испытательного стенда и соединить его с РЭ. Провести измерения в соответствии с методикой раздела 6.2...6.4, в диапазоне согласно диапазону измерений для ИК 1...34, раздела «ИК давления, разряжения и перепада давления», Приложения А.

- рассчитать значения погрешностей в соответствии с методиками, приведенными в разделе 8.

7.1.1.3 Результаты поверки ИК считать положительными, если значение погрешностей для ИК 1...34 находится в допустимых пределах, приведенных в разделе «ИК давления, разряжения и перепада давления», Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.1.2 Поэлементная поверка ИК давления, разряжения и перепада давления

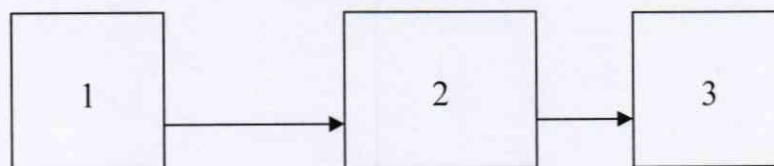
7.1.2.1 Поэлементная поверка ИК давления, разряжения и перепада давления включает в себя:

- автономную поверку датчиков утвержденных типов, входящих в состав ИК, по их методикам поверки;

- определение приведенной погрешности электрической части ИК по технологии согласно разделов 6.2...6.4 настоящей МП, в соответствии с блок-схемой, приведенной на рисунке 12 в диапазоне от 4 до 20 мА, для чего отсоединяют электрический кабель от преобразователя давления (разряжения, перепада) и вместо преобразователя

подключают с помощью жгута-переходника к кабелю калибратора-измерителя стандартных сигналов КИСС-03;

- расчёт суммарной погрешности для ИК давления (разряжения, перепада) в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



1 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);

2 - ССД;

3 - ПК

Рисунок 12 - Блок-схема поверки электрической части ИК давления, разряжения и перепада давления

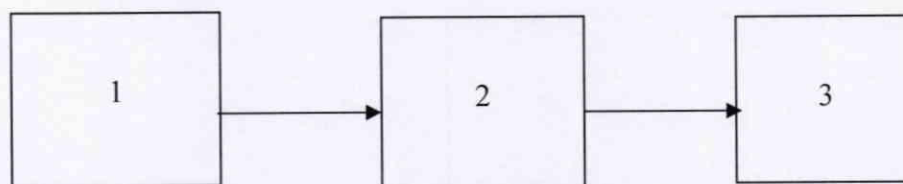
7.1.2.2 Результаты поверки для каждого ИК давления (перепада, разряжения) считать положительными, если значение погрешности измерений находится в допускаемых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 1...34 раздела «ИК давления, разряжения и перепада давления», Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.2 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями (ХА, ХК)

7.2.1 Поверка ИК включает в себя:

- определение приведенной (к ВП) погрешности ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей методики, в соответствии с блок-схемой приведенной на рисунке 13 в диапазонах от 0 до 50 мВ для ИК 35...52, , и 0...20 мВ для ИК 53 раздела «ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры измеряемой термоэлектрическими преобразователями (ХА, ХК)» Приложения А, для чего отсоединяют электрический кабель от термопреобразователя ХА (ХК) и вместо термопреобразователя подключают с помощью жгута-переходника к этому кабелю калибратора-измерителя стандартных сигналов КИСС-03.

- расчет значений погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



1 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);

2 - ССД;

3 - ПК

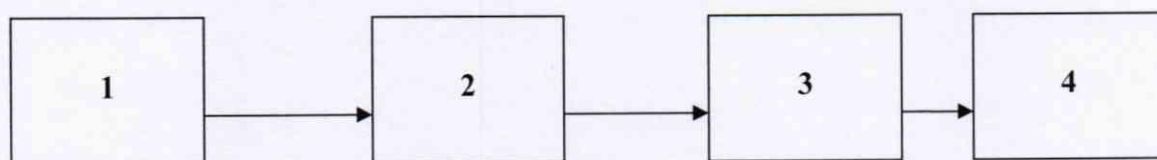
Рисунок 13 - Блок-схема поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры измеряемой термоэлектрическими преобразователями (ХА, ХК)

7.2.2 Результаты поверки для каждого ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, считать положительными, если значение приведенной погрешности измерений находится в допусках, в соответствии с требованиями для ИК 35...53 раздела «ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры измеряемой термоэлектрическими преобразователями (ХА, ХК)» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)

7.3.1 Комплектная поверка ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП).

7.3.1.1 Поверку проводить в соответствии с блок-схемой, приведенной на рисунке 14.



- 1 - РЭ (калибратор температуры JOFRA серии RTC-R156B и серии RTC-700B);
- 2 - термопреобразователь сопротивления (ТСП);
- 3 - ССД;
- 4 - ПК

Рисунок 14 - Блок-схема комплектной поверки ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)

7.3.1.2 Провести поверку ИК в соответствии с методикой разделов 6.2...6.4, задавая контрольные значения температуры с помощью РЭ. Рассчитать значения погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

7.3.1.3 Результаты поверки ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП) считать положительными, если значение погрешностей находится в допусках, приведенных для ИК 54...63 раздела «ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.3.2 Поверка ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП) поэлементным способом включает в себя:

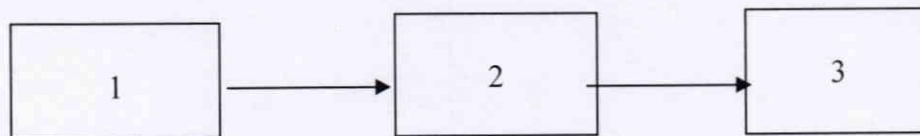
7.3.2.1 Автономную поверку термопреобразователей сопротивления ТСП по установленным методикам.

7.3.2.2 Определение приведенной (к НЗ) погрешности ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, по технологии разделов 6.2...6.4, настоящей МП, в соответствии с блок-схемой, приведенной на рисунке 15, для чего:

отсоединить электрический кабель от термопреобразователя сопротивления, входящего в состав поверяемого ИК, и вместо термопреобразователя сопротивления подключить с помощью жгута-переходника к этому кабелю магазин электрических сопротивлений Р4831. Значения эталонного сопротивления в контрольных точках термопреобразователя сопротивления брать согласно ГОСТ 6651-2009 для характеристики преобразователя 100П с $W_{100} = 1,3910$ в диапазоне согласно диапазону измерений для

ИК 54...63 раздела «ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)» Приложения А;

7.3.2.3 Расчёт суммарной погрешности для ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП) в соответствии с п. 8.4.1 настоящей методики.



- 1 - РЭ (магазин электрических сопротивлений Р4831);
2 – ССД;
3 - ПК

Рисунок 15 - Блок-схема поверки ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры

7.3.2.4 Результаты поверки для каждого ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП) считать положительными, если значение погрешности измерений находится в допускаемых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 54...63 раздела «ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

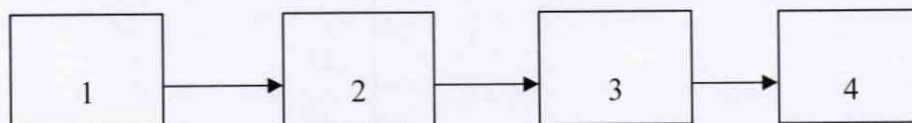
7.4 Определение метрологических характеристик ИК силы

7.4.1 Поверка ИК силы, соответствующей значениям крутящего момента в диапазоне от 0 до 1602,5 Н·м (от 0 до 163,2 кгс·м), включает в себя:

- определение погрешности ИК силы по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей методики, в соответствии с блок-схемой приведенной на рисунке 16, используя в качестве РЭ гири специальные массой 10 кг, выполнить:

- 1) Нагрузить ИК до $M_{\max}$ и без выдержки разгрузить;
- 2) Задавая регулярную последовательность из 10-ти контрольных ступеней нагружения от нуля до $M_{\max}$ (прямой ход) и от $M_{\max}$ до нуля (обратный ход) и останавливаясь на каждой контрольной точке не менее чем на 15 с провести регистрацию показаний.
- 3) Рассчитать значения погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

Примечание - При осуществлении нагружения (разгрузки) не допускать переход через принятые контрольные точки и возврата к ним с противоположной стороны. В случае такого перехода следует разгрузить (нагрузить) ИК до значения силы, предшествующей данной контрольной точке, после чего нагрузить (разгрузить) ИК и выйти на необходимую контрольную точку.



- 1 – РЭ – (гири специальные массой 10 кг);
2 - гидротормоз Froude Hoffman;
3 - ССД;
4 - ПК.

Рисунок 16 - Блок-схема поверки ИК силы

7.4.2 Результаты поверки ИК силы считать положительными, если значение погрешности измерений находится в допустимых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 64 раздела «ИК силы крутящего момента» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока

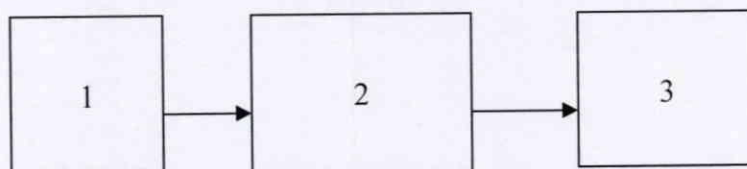
7.5.1 Поверка ИК частоты переменного тока включает в себя определение относительной погрешности ИК частоты переменного тока по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей методики, в соответствии с блок-схемой приведенной на рисунке 17 в диапазоне:

от 20 до 1200 Гц для ИК 65...66;

от 50 до 500 Гц для ИК 67...70;

от 20 до 3000 Гц для ИК 71...72

Для проведения поверки ИК отсоединить электрический кабель от первичного преобразователя, входящего в состав поверяемого ИК, и вместо преобразователя подключить с помощью жгута-переходника к этому кабелю генератор сигналов произвольной формы и задавая значения частоты переменного тока фиксировать результаты измерений в протоколе. Рассчитать значения погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



1 - РЭ (генератор сигналов произвольной формы 33250А);

2 – ССД;

3 - ПК.

Рисунок 17 - Блок-схема поверки ИК частоты переменного тока

7.5.2 Результаты поверки для каждого ИК частоты переменного тока считать положительными, если значение погрешности измерений находится в допустимых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 65...72 раздела «ИК частоты переменного тока» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.6 Определение метрологических характеристик ИК угловых перемещений

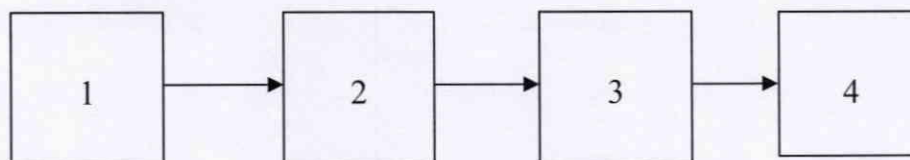
7.6.1 Поверка ИК угловых перемещений включает в себя определение абсолютной погрешности ИК угловых перемещений по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей методики, согласно блок-схеме, приведенной на рисунке 18 в диапазоне:

от -10 до +35° для ИК $\alpha_{\text{вна}}$;

от 0 до 140 ° для ИК $\alpha_{\text{руд}}$;

от 15 до 105 ° для ИК $\alpha_{\text{ро}}$,

Для проведения поверки ИК отсоединить преобразователь угловых перемещений от двигателя и соединить с РЭ угловых перемещений и задавая значения угловых перемещений фиксировать результаты измерений в протоколе. Рассчитать значения погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



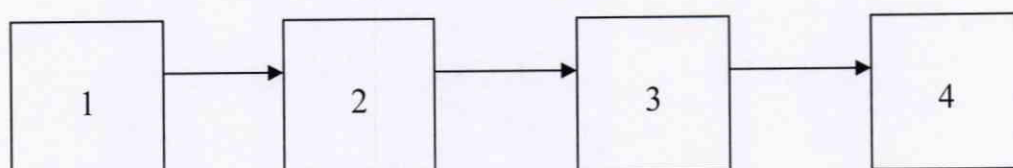
- 1 - РЭ (Преобразователь угловых перемещений ЛИР-1170К);
 2 – преобразователь угловых перемещений;
 3 - ССД;
 4 - ПК.

Рисунок 18 - Блок-схема поверки ИК угловых перемещений

7.6.2 Результаты поверки ИК угловых перемещений считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений находится в допусках, в соответствии с требованиями для ИК 73...75 раздела «ИК угловых перемещений» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.7 Определение метрологических характеристик ИК интервалов времени

7.7.1 Поверка ИК интервалов времени включает в себя определение абсолютной погрешности ИК интервалов времени по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей методики, согласно блок-схеме, приведенной на рисунке 19, для чего с помощью жгута-переходника на входные контакты полупроводникового реле DEK-OE-5DC/24DC/100KHZ, установленного в кроссовом шкафу 2, подключить генератор сигналов произвольной формы и подавать напряжения переменного тока равного 5 В с полупериодами колебания, соответствующими интервалам времени в диапазоне от 0 до 120 с, фиксировать результаты измерений в протоколе. Рассчитать значения погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



- 1 – РЭ (генератор сигналов произвольной формы 33250А);
 2 - Полупроводниковое реле DEK-OE-5DC/24DC/100KHZ;
 3 – ССД;
 4 – ПК

Рисунок 19 - Блок-схема поверки ИК интервалов времени

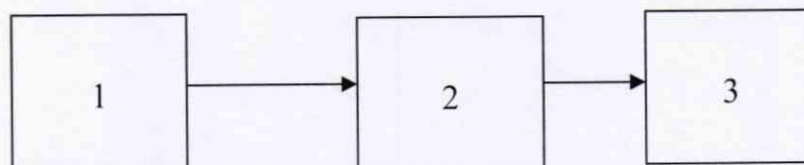
7.7.2 Результаты поверки ИК интервалов времени считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений находится в допусках, в соответствии с требованиями для ИК 76 раздела «ИК интервалов времени» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.8 Определение метрологических характеристик ИК виброскорости

7.8.1 Поверка ИК виброскорости включает в себя:

- автономную поверку аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М по установленным методикам;

- автономную поверку вибропреобразователей по установленным методикам;
- определение приведенной погрешности электрической части ИК виброскорости по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей методики, согласно блок-схеме, приведенной на рисунке 20 в диапазоне от 0 до 5 В, для чего отсоединить электрический кабель поверяемого ИК от выхода аппаратуры ИВ-Д-СФ-3М-3 и с помощью жгута-переходника подключить к этому кабелю калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 и задавая значения напряжения постоянного тока фиксировать результаты измерений в протоколе;
- расчёт суммарной погрешности ИК виброскорости в соответствии с п. 8.4.4 настоящей методики.



- 1 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);
 2 - ССД;
 3 - ПК.

Рисунок 20 - Блок-схема поверки ИК виброскорости

7.8.2 Результаты поверки для каждого ИК виброскорости считать положительными, если значение приведенной погрешности измерений находится в допустимых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 77...94 раздела «ИК виброскорости» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.9 Определение метрологических характеристик ИК электрических величин

7.9.1 Поверка ИК электрических величин включает в себя поверку ИК:

- электрического сопротивления постоянному току в диапазоне от 78,48 до 185,58 Ом;
- силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 1000 А;
- силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА
- напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 30 В;
- напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 10 В;
- напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 2 до 48 мВ.

7.9.2 Поверка ИК электрического сопротивления постоянному току включает в себя:

7.9.2.1 Определение относительной погрешности ИК сопротивления постоянному току по технологии разделов 6.2...6.4 настоящей МП, в соответствии с блок-схемой, приведенной на рисунке 14, задавая значения электрического сопротивления в диапазоне от 78,48 до 185,58 Ом, для чего помощью жгута-переходника на вход ИК подключать магазин электрических сопротивлений и задавая значения электрического сопротивления фиксировать результаты измерений в протоколе.

7.9.2.2 Расчет значений погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

7.9.2.3 Результаты поверки для каждого ИК электрического сопротивления постоянному току считать положительными, если значение относительной погрешности измерений находится в допустимых пределах, в соответствии с требованиями для ИК

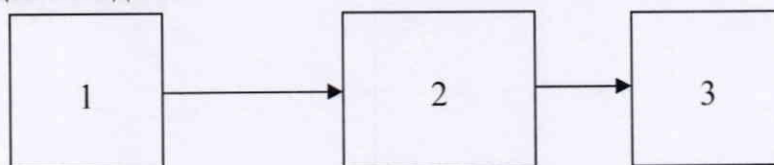
95...97 раздела «ИК электрических величин» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.9.3 Поверка ИК силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 1000 А (ИК силы постоянного тока запуска ВСУ) включает в себя:

7.9.3.1 Автономную поверку шунта измерительного стационарного 75ШИСВ.1 по установленной методике;

7.9.3.2 Определение приведенной погрешности ИК напряжения постоянного тока по технологии разделов 6.2-6.4 настоящей методики, в соответствии с блок-схемой приведенной на рисунке 21 в диапазоне от 0 до 75 мВ, для чего отсоединяют электрический измерительный кабель от шунта измерительного стационарного 75ШИСВ.1 и вместо шунта подключают с помощью жгута-переходника к этому кабелю калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 и задавая значения напряжения постоянного тока фиксировать результаты измерений в протоколе;

7.9.3.3 Расчет суммарной погрешности ИК силы тока запуска ВСУ в соответствии с п. 8.4.5 настоящей методики.



- 1 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);
- 2 - ССД;
- 3 - ПК.

Рисунок 21- Блок-схема поверки ИК силы тока запуска ВСУ

7.9.3.4 Результаты поверки ИК силы постоянного тока запуска ВСУ считать положительными, если значение погрешности измерений приведенной к ВП находится в допустимых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 98 раздела «ИК электрических величин» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.9.4 Поверка ИК силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА включает в себя:

7.9.4.1 Определение приведенной погрешности ИК силы постоянного тока по технологии согласно разделов 6.2...6.4 настоящей МП, в соответствии с блок-схемой, приведенной на рисунке 12, для чего задавая значения силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА на вход ИК при помощи калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 с помощью жгута фиксировать результаты измерений в протоколе.

7.9.4.2 Расчет значений погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

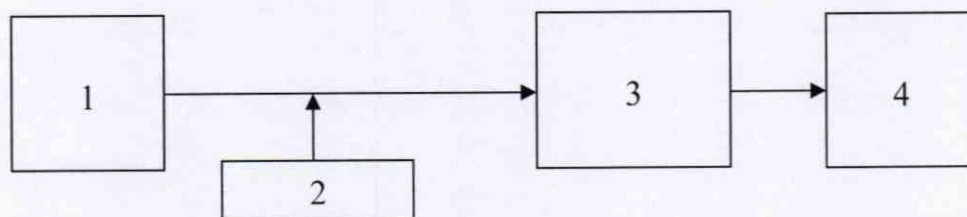
7.9.4.3 Результаты поверки каждого ИК силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА считать положительными, если значение погрешности измерений приведенной к ВП находится в допустимых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 99...103 раздела «ИК электрических величин» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.9.5 Поверка ИК напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 30 В включает в себя:

7.9.5.1 Определение приведенной погрешности ИК напряжения по технологии разделов 6.2-6.4 настоящей методики, согласно блок-схеме, приведенной на рисунке 22 в

диапазоне от 0 до 30 В, для чего с помощью жгута-переходника к электрическому кабелю отключенному от источника бортсети подключить источник питания Б5-71/1м, контроль воспроизводимого напряжения осуществлять РЭ калибратора-измерителя стандартных сигналов КИСС-03, фиксировать результаты измерений в протоколе.

7.9.5.2 Расчет значений погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



- 1 - источник питания Б5-71/1м;
- 2 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);
- 3 - ССД;
- 4 - ПК

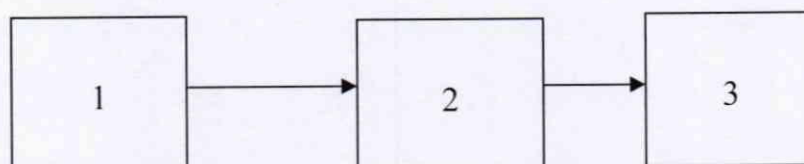
Рисунок 22- Блок-схема поверки ИК напряжения в диапазоне от 0 до 30 В

7.9.5.3 Результаты поверки ИК напряжения бортсети считать положительными, если значение погрешности измерений приведенной (к ВП) находится в допусках, в соответствии с требованиями для ИК 104 и 105 раздела «ИК электрических величин» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.9.6 Поверка ИК напряжения постоянного тока (в диапазонах от 0 до 10 В и от минус 2 до 48 мВ) включает в себя:

7.9.6.1 Определение приведенной погрешности ИК напряжения постоянного тока, по технологии разделов 6.2-6.4 настоящей методики, в соответствии с блок-схемой приведенной на рисунке 23 в диапазоне от 0 до 10 В для ИК согласно ИК 106...110 раздела «ИК электрических величин» Приложения А., и в диапазоне от минус 2 до 48 мВ для ИК 111...115 раздела «ИК электрических величин» Приложения А, для чего на вход ИК с помощью жгута-переходника подключают калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 и задавая значения напряжения постоянного тока фиксировать результаты измерений в протоколе.

7.9.6.2 Расчет значений погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.



- 1 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);
- 2 - ССД;
- 3 - ПК.

Рисунок 23 - Блок-схема поверки ИК

7.9.6.3 Результаты поверки для каждого ИК напряжения постоянного тока считать положительными, если значение приведенной погрешности измерений находится в

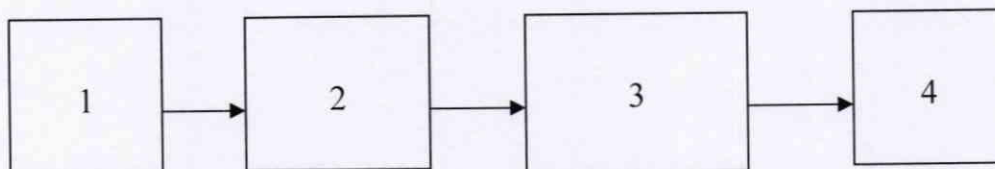
допускаемых пределах, в соответствии с требованиями для ИК 106...115 раздела «ИК электрических величин» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

7.10 Определение метрологических характеристик ИК массы масла

7.10.1 Поверка ИК массы масла включает в себя определение приведенной погрешности ИК массы масла по технологии разделов 6.2-6.4 настоящей методики, в соответствии с блок-схемой приведенной на рисунке 24 в диапазоне от 0 до 50 кг, для чего, используя в качестве РЭ гири специальные массой 10 кг, выполнить:

- 1) Нагрузить ИК до $g_{\max}$ и без выдержки разгрузить;
- 2) Задавая регулярную последовательность из 6-ти контрольных ступеней нагружения от нуля до $g_{\max}$ (прямой ход) и от $g_{\max}$ до нуля (обратный ход), и, останавливаясь на каждой контрольной точке не менее чем на 15 с, провести регистрацию показаний;
- 3) Рассчитать значения погрешностей в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

Примечание - при осуществлении нагружения (разгрузки) не допускать переход через принятые контрольные точки и возврата к ним с противоположной стороны хода градуировки. В случае такого перехода следует разгрузить (нагрузить) ИК до значения массы, предшествующей данной контрольной точке, после чего нагрузить (разгрузить) ИК и выйти на необходимую контрольную точку.



- 1 – РЭ – (гири специальные массой 10 кг);
2 – Устройство весоизмерительное ТВЭУ-005;
3 – ССД;
4 – ПК.

Рисунок 24 - Блок-схема поверки ИК массы масла

7.10.2 Результаты поверки ИК массы масла считать положительными, если значение приведенной (к НЗ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах, в соответствии с требованиями ИК 116 раздела «ИК массы» Приложения А. В противном случае СИ бракуется и направляется в ремонт.

8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты измерений, полученные при определении градуировочных характеристик ИК, обрабатывают в следующем порядке.

8.1 Находят и исключают грубые промахи.

При нормальном законе распределения результатов наблюдений грубые промахи исключают в соответствии с указаниями ГОСТ Р 8.207 для случая, когда неизвестно генеральное среднее квадратическое отклонение (СКО) и генеральное среднее при уровне значимости $\alpha=0,05$.

В случае, когда факт появления грубого промаха установлен достоверно, его отбраковка производится оператором на стадии просмотра результатов наблюдений при градуировке.

8.2 Определение индивидуальной функции преобразования

Вычисляется среднее значение результатов измерений измеренной величины на каждой i -той ступени:

$$\bar{z}_i = \frac{\sum_k z_{ik}}{m} . \quad (1)$$

Определяется индивидуальная функция преобразования в виде степенного полинома:

$$x_i = a_0 + a_1 \bar{z}_i + \dots + a_n \bar{z}_i^n , \quad (2)$$

где $a_0, a_1 \dots a_n$ - коэффициенты аппроксимирующей функции преобразования.

Вычисляется среднее значение результатов измерений измеренной величины с учетом функции преобразования на каждой i -той ступени:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_k y_{ik}}{m} , \quad (3)$$

где $y_{ik} = a_0 + a_1 \bar{z}_i + \dots + a_n \bar{z}_i^n$.

Для каждой i -той ступени вычисляется оценку систематической составляющей погрешности $\bar{\Delta}_{ci}$:

$$\bar{\Delta}_{ci} = \bar{y}_i - x_i . \quad (4)$$

Определяется границы систематических погрешностей Θ_i измеренной величины:

$$\Theta_i = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ci}^2 + \Delta_{c1}^2} , \quad (5)$$

где Δ_{c1} - абсолютная погрешность рабочего эталона.

Вычисляется оценку среднего квадратического отклонения измеренной величины $S_i(\Delta^\circ)$ на каждой i -той ступени:

$$S_i(\Delta^\circ) = \sqrt{\frac{\sum_k (y_{ik} - \bar{y}_i)^2}{m-1}} . \quad (6)$$

Оцениваются границы суммарной абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_i$ измеренной величины на каждой i -той ступени следующим образом:

$$\text{Определить } K = \frac{\Theta_i}{S_i(\Delta^\circ)} . \quad (7)$$

$$\text{Если } K > 8, \text{ то } \bar{\Delta}_i = \Theta_i . \quad (8)$$

$$\text{Если } K < 0,8, \text{ то } \bar{\Delta}_i = t \cdot S_i(\Delta^\circ) . \quad (9)$$

$$\text{Если } 0,8 \leq K \leq 8,0, \text{ то } \bar{\Delta}_i = \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3} + S_i^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_i(\Delta^\circ) + \Theta_i}{S_i(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3}}} \right), \quad (10)$$

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для числа степеней свободы $m-1$ в соответствии с ГОСТ 8.207-76, Приложение 2.

8.3 Определяется абсолютная погрешность ИК, как максимальное значение суммарной абсолютной погрешности:

$$\Delta = \max |\bar{\Delta}_i|. \quad (11)$$

Определяется приведенную погрешность γ ИК

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{x_n} \%, \quad (12)$$

где x_n - верхний предел измеренной величины.

8.4 Определение характеристик погрешности при поэлементной поверке

8.4.1 Абсолютная погрешность ИК измерений температуры воздуха (газа) и жидкостей:

1) ИК системы измерений температуры термопреобразователями сопротивления ТСП

$$\Delta_o = \Delta_{\text{ТСП}} + \Delta_{\text{ССД}}, \quad (13)$$

где $\Delta_{\text{ТСП}}$ - НСП термопреобразователя сопротивления. Определяется по ГОСТ 6651 в зависимости от его типа и класса (А, В, С);

$\Delta_{\text{ССД}}$ - погрешность измерительного канала, включающего ССД и ПК;

2) ИК измерений температуры термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК

$$\tilde{\Delta}_o = \sqrt{\Delta_{\text{ТП}}^2 + \Delta_{\text{ХС}}^2 + \Delta_{\text{ССД}}^2}, \quad (14)$$

где $\Delta_{\text{ТП}}$ - НСП термодпары. Определяется по ГОСТ Р 8.585 в зависимости от типа и класса (1, 2, 3);

$\Delta_{\text{ХС}}$ - абсолютная погрешность ИК температуры холодных спаев (определяется по формуле (14));

$\Delta_{\text{ССД}}$ - абсолютная погрешность измерительного канала, включающего ССД и ПК (определяется в соответствии с разделом 7.3).

8.4.2 Относительная погрешность ИК измерений давления

$$\delta_o = \sqrt{\delta_d^2 + \delta_{\text{ССД}}^2 + \delta_{\text{РЭ}}^2}, \quad (15)$$

где δ_d - относительная погрешность датчика давления;

$\delta_{\text{ССД}}$ - относительная погрешность измерительного канала, включающего ССД и ПК;

$\delta_{\text{РЭ}}$ - относительная погрешность рабочего эталона.

8.4.3 Относительная погрешность ИК измерений параметров вибрации

$$\delta_o = \sqrt{\delta_{\text{ВП}}^2 + \delta_{\text{ССД}}^2 + \delta_{\text{РЭ}}^2}, \quad (16)$$

где $\delta_{\text{ВП}}$ - относительная погрешность аппаратуры измерения роторных вибраций (определяется по методике поверки ЖЯИУ. 421431.003 МП);

$\delta_{\text{ССД}}$ - относительная погрешность измерительного канала, включающего ССД и ПК;

$\delta_{\text{РЭ}}$ - относительная погрешность рабочего эталона.

8.4.4 Приведенная погрешность ИК силы тока

$$\gamma_o = \gamma_{\text{ССД}} + \gamma_d, \quad (16)$$

где: γ_d – приведенная погрешность шунта. Определяется при его автономной поверке;

$\gamma_{\text{ССД}}$ – приведенная погрешность ИК, включающего ССД и ПК (определяется в соответствии с п.п. 8.3 и 8.6);

8.5 Определение относительной погрешности ИК температуры

$$\tilde{\delta}_o = \frac{\tilde{\Delta}_o}{x_n} \cdot 100\% . \quad (17)$$

8.6 Определение приведенной к ВП погрешность ИК

$$\tilde{\gamma}_o = \frac{\tilde{\Delta}_o}{ВП} \cdot 100\% . \quad (18)$$

8.7 Определение приведенной к 0,5ВП погрешность ИК

$$\tilde{\gamma}_o^* = \frac{\tilde{\Delta}_o}{0,5ВП} \cdot 100\% . \quad (19)$$

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты первичной и периодической поверки заносятся в Протокол поверки (приложение В).

9.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке по установленной форме.

Измерительная система считается прошедшей поверку с положительными результатами при выполнении следующих требований:

- ИС функционирует нормально, неисправности и дефекты, препятствующие выполнению операций поверки и последующей эксплуатации, отсутствуют;
- основные технические характеристики ИС соответствуют руководству по эксплуатации и другим нормативным документам;
- метрологические характеристики соответствуют требованиям настоящей методики поверки.

При поверке отдельных ИК из состава системы в свидетельство о поверке заносится информация о конкретных ИК, прошедших поверку.

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

Ведущий инженер
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



С.Н. Чурилов

Приложение А
(обязательное)

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	Кол-во ИК
ИК давления, разряжения и перепада давления		
1 Диапазон измерений избыточного давления масла на входе в двигатель (Рм вх), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,59 (от 0 до 6,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к нормирующему значению (НЗ), погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,39 МПа (4 кгс/см ²))	
2 Диапазон измерений избыточного давления масла на выходе из двигателя в линии откачки II – V опор (Рм вых), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,245 (от 0 до 2,5)	1
Пределы допускаемой, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений (ВП), погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0	
3 Диапазон измерений избыточного давления масла на выходе из двигателя в линии откачки из I опоры центрального привода (Рм вых1), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,59 (от 0 до 6,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений избыточного давления, %	±1	
4 Диапазон измерений избыточного давления масла перед маслофильтром (Рмф), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,59 (от 0 до 6,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений избыточного давления, %	±1	
5 Диапазон измерений избыточного давления воздуха в предмасляной полости I опоры (Р10/Рм12), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,245 (от 0 до 2,5)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,196 МПа (2 кгс/см ²))	
6 Диапазон измерений избыточного давления в масляной полости коробки приводов (Ркп), МПа (кгс/см ²)	от -0,059 до +0,059 (от -0,6 до +0,6)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,98 МПа (1 кгс/см ²))	
7 Диапазон измерений избыточного давления воздуха в предмасляной полости II опоры (Р10/Рм12), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,245 (от 0 до 2,5)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,196 МПа (2 кгс/см ²))	
8 Диапазон измерений избыточного давления в масляной полости II опоры (Р14/Рм23), МПа (кгс/см ²)	от -0,059 до +0,059 (от -0,6 до +0,6)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,98 МПа (1 кгс/см ²))	
9 Диапазон измерений избыточного давления в масляной полости III опоры (Р18/Рм33), МПа (кгс/см ²)	от -0,059 до +0,059 (от -0,6 до +0,6)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,98 МПа (1 кгс/см ²))	
10 Диапазон измерений избыточного давления в масляной полости IV опоры (Р22/Рм43), МПа (кгс/см ²)	от -0,059 до +0,059 (от -0,6 до +0,6)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,98 МПа (1 кгс/см ²))	

Наименование характеристики	Значение	Кол-во ИК
11 Диапазон измерений избыточного давления воздуха перед эжектором (Рэж), МПа (кгс/см ²)	от -0,059 до +0,059 (от -0,6 до +0,6)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,49 МПа (0,5 кгс/см ²))	
12 Диапазон измерений избыточного топлива на входе в подкачивающий насос (Рт вх), МПа (кгс/см ²)	от -0,059 до +0,294 (от -0,6 до 3)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,196 МПа (2 кгс/см ²))	
13 Диапазон измерений избыточного давления топлива в коллекторе 1-го контура форсунок (Рт1), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 5,9 (от 0 до 60,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0	
14 Диапазон измерений избыточного давления топлива в коллекторе 1-го контура форсунок на ложном запуске (Рт1 лз), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,98 (от 0 до 10,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,49 МПа (5 кгс/см ²))	
15 Диапазон измерений избыточного давления топлива в коллекторе 2-го контура форсунок (Рт2), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 5,9 (от 0 до 60,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0	
16 Диапазон измерений избыточного давления топлива в коллекторе 2-го контура форсунок на ложном запуске (Рт2 лз), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,98 (от 0 до 10,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,49 МПа (5 кгс/см ²))	
17 Диапазон измерений избыточного давления топлива на входе в НР (Рт вх нр), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,392 (от 0 до 4,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,294 МПа (3 кгс/см ²))	
18 Диапазон измерений избыточного давления топлива открытия НАК (Рт от нак), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 9,8 (от 0 до 100,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 % (НЗ=6,86 МПа (70 кгс/см ²))	
19 Диапазон измерений избыточного давления топлива закрытия НАК (Рт за нак), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 9,8 (от 0 до 100,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 % (НЗ=6,86 МПа (70 кгс/см ²))	
20 Диапазон измерений избыточного давления воздуха за компрессором (дублировано) (Рк1), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 1,57 (от 0 до 16)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±0,3 (НЗ=1,18 МПа (12 кгс/см ²))	
21 Диапазон измерений избыточного давления воздуха за компрессором (дублировано) (Рк2), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 1,57 (от 0 до 16)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±0,3 (НЗ=1,18 МПа (12 кгс/см ²))	
22 Диапазон измерений избыточного давления воздуха за компрессором на ложном запуске (Рк1 лз), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,98 (от 0 до 1,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,049 МПа (0,5 кгс/см ²))	

Наименование характеристики	Значение	Кол-во ИК
23 Диапазон измерений избыточного давления командное давление топлива на КПВ от НР (Рт кпв), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 9,8 (от 0 до 100,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 % (НЗ=6,86 МПа (70 кгс/см ²))	
24 Диапазон измерений избыточного давления командное давление топлива от концевого выключателя гидромеханизма воздуха за компрессором на ложном запуске (Рт ком), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 9,8 (от 0 до 100,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 % (НЗ=6,86 МПа (70 кгс/см ²))	
25 Диапазон измерений избыточного давления воздуха на входе в стартер (Рвоз св), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,39 (от 0 до 4,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,196 МПа (2 кгс/см ²))	
26 Диапазон измерений перепада давлений воздуха на РМК - «Закольцовка» (Пзак), кПа (кгс/см ²)	от 0 до 5,9 (от 0 до 0,06)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений перепада давления, %	±1,0 (НЗ=4,9 кПа (0,05 кгс/см ²))	
27 Диапазон измерений перепада давлений воздуха на РМК - «Контроль» (Пконтр), кПа (кгс/см ²)	от 0 до 5,9 (от 0 до 0,06)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений перепада давления, %	±1,0 (НЗ=4,9 кПа (0,05 кгс/см ²))	
28 Диапазон измерений перепада давлений воздуха на РМК - «Полный» (П*), кПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,59 (от 0 до 0,006)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений перепада давления, %	±5,0 (НЗ=0,49 кПа (0,005 кгс/см ²))	
29 Диапазон измерений разряжения воздуха на входе (Рразр), кПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,59 (от 0 до 0,006)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений разряжения, %	±5,0 (НЗ=0,49 кПа (0,005 кгс/см ²))	
30 Диапазон измерений избыточного давления воздуха на наддув уплотнений гидротормоза (Рвоз гт), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,59 (от 0 до 6,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0	
31 Диапазон измерений избыточного давления воды на входе в гидротормоз (Рвод гт), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,98 (от 0 до 10,0)	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0 (НЗ=0,39 МПа (4 кгс/см ²))	
32 Диапазон измерений перепада давлений топлива на стендовом топливном фильтре (Пст тф), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,039 (от 0 до 0,4)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений перепада давлений, %	±1,0	
33 Диапазон измерений перепада давлений воды на стендовом водяном фильтре (Пст вф), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,039 (от 0 до 0,4)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений перепада давлений, %	±1,0	
34 Диапазон измерений давления топлива со склада (Рт ск), МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,039 (от 0 до 0,4)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений избыточного давления, %	±1,0	

Наименование характеристики	Значение	Кол-во ИК
ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями (ХА, ХК)		
35-52 Диапазон измерений напряжения постоянного тока (Utr 2500, Utr барк, Utr, Utr рт, Utr1-Utr14), мВ	от 0 до 48,838	18
Диапазон значений температуры, °С	от 0 до 1200	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, выраженной в единицах индицируемой температуры, °С	±1.5	
Номинальная статическая характеристика преобразования	ТХА (К) по ГОСТ Р 8.585-2001	
53 Диапазон измерений напряжения постоянного тока, соответствующее значениям температуры заслонки 1919Т (ПОС) ХК (Utzасл), мВ	от 0 до 14,560	1
Диапазон значений температуры, °С	от 0 до 200	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, выраженной в единицах индицируемой температуры, °С	±1,5	
Номинальная статическая характеристика преобразования	ТХК (L) по ГОСТ Р 8.585-2001	
ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП)		
54-57 Диапазон измерений температуры воздуха на входе в двигатель (4 точки) (tvx1-t vx4), °С (К)	от -50 до +50 (от 223 до 323)	4
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры, приведенной к измеренному значению (ИЗ) температуры в диапазоне от 223 до 323 К, %	±0,5	
58 Диапазон измерений температуры масла на входе в двигатель (tm vx), °С	от 0 до 200 °С	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений температуры, %	±1,5	
59 Диапазон измерений температуры масла на выходе из двигателя (tm вых), °С	от 0 до 200 °С	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений температуры, %	±1,5	
60 Диапазон измерений температуры воздуха на входе в СВ (tвоз vx св), °С	от 0 до 200 °С	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений температуры, %	±1,5 (НЗ=150 °С)	
61 Диапазон измерений температуры воздуха на входе в термопатрон (tm вых), °С	от -30 до +50	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений температуры, %	±1,0 (НЗ=100 °С)	
62 Диапазон измерений температуры топлива на входе в двигатель перед датчиками расхода (tr1), °С	от -30 до +50	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений температуры, %	±1,0 (НЗ=100 °С)	

Наименование характеристики	Значение	Кол-во ИК
63 Диапазон измерений температуры топлива на входе в двигатель после датчиками расхода (t_{t2}), °C	от -30 до +50	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений температуры, %	$\pm 1,0$ ($H_3=100$ °C)	
ИК силы		
64 Диапазон измерений силы, соответствующей значениям крутящего момента в диапазоне от 0 до 1602,5 Н·м (от 0 до 163,2 кгс·м) ($F_{мкр}$), Н (кгс)	от 0 до 1963,9 (от 0 до 200)	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений силы в диапазоне от 0 до 982 Н включ. (от 0 до 100 кгс включ.), %	$\pm 0,5$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы в диапазоне от 982,0 до 1963,9 Н (св. 100 до 200 кгс), %	$\pm 0,5$	
ИК частоты переменного тока		
65 Диапазон измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения ротора турбокомпрессора ($f_{тк}$), Гц	от 20 до 1200	1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты переменного тока, %	$\pm 0,1$	
66 Диапазон измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения ротора свободной турбины ($f_{тк}$), Гц	от 20 до 1200	1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты переменного тока, %	$\pm 0,1$	
67-70 Диапазон измерений частоты переменного тока, соответствующая значениям частоты вращения ротора датчика расхода (f_{Gt61} , f_{Gt62} , f_{Gtm1} , f_{Gtm2}), Гц	от 50 до 500	4
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты переменного тока, %	$\pm 0,1$	
71,72 Диапазон измерений частоты переменного тока (резерв) ($F1, F2$), Гц	от 20 до 3000	2
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты переменного тока, %	$\pm 0,1$	
ИК угловых перемещений		
73 Диапазон измерений угла установки лопаток регулируемых НАК (по лимбу ВНА) ($\alpha_{вна}$), градус	от -10 до +35	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углового перемещения, градус	± 1	
74 Диапазон измерений угла положения РУД ($\alpha_{руд}$), градус	от 0 до 140	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углового перемещения, градус	± 1	
75 Диапазон измерений угла положения РО ($\alpha_{ро}$), градус	от 15 до 105	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углового перемещения, градус	± 1	

Наименование характеристики	Значение	Кол-во ИК
ИК интервалов времени		
76 Диапазон измерений интервала времени, с	от 0 до 120	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервала времени, с	$\pm 0,1$	
ИК виброскорости		
77-94 Диапазон измерений виброскорости корпуса двигателя (Вх1тк, Вх1ст, Ву1тк, Ву1ст, Вz1тк, Вz1ст, Вх4тк, Вх4ст, Ву4тк, Ву4ст, Вz4тк, Вz4ст, Вх1, Ву1, Вz1, Вх4, Ву4, Вz4), мм/с	от 2 до 100	18
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений виброскорости, %	± 12	
ИК электрических величин		
95-97 Диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току (резерв) (R1-R3), Ом	от 78,48 до 185,58	3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току, %	$\pm 0,15$	
98 Диапазон измерений силы постоянного тока запуска ВСУ (Iзап всу), А	от 0 до 1000	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 2,0$	
99-103 Диапазон измерений силы постоянного тока (резерв) (I1-I5), мА	от 4 до 20	5
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 0,05$	
104 Диапазон измерений напряжения постоянного тока в цепи питания ВСУ (Uвсу), В	от 0 до 30	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 2,5$	
105 Диапазон измерений напряжения постоянного тока от источника бортовой сети (Uбс), В	от 0 до 30	1
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 2,5$	
106-110 Диапазон измерений напряжения постоянного тока (резерв) (U1-U5), В	от 0 до 10	5
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,05$	
111-115 Диапазон измерений напряжения постоянного тока (резерв) (U6-U10), мВ	от 0 до 50	5
Пределы допускаемой, приведенной к ВП, погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,2$	
ИК массы		
116 Диапазон измерений массы масла (гм), кг	от 0 до 50	1
Пределы допускаемой, приведенной к НЗ, погрешности измерений массы масла, %	$\pm 0,5$ (НЗ=25 кг)	

Приложение В
(справочное)

ЗНАЧЕНИЯ

коэффициента Стьюдента-Фишера в зависимости
от числа степеней свободы при доверительной вероятности $P = 0,95$

Число степеней свободы 2ml-1	Доверительная вероятность $P=0,95$	Число степеней свободы 2ml-1	Доверительная вероятность $P=0,95$
1	12,706	18	2,103
2	4,303	19	2,093
3	3,182	20	2,086
4	2,776	21	2,080
5	2,571	22	2,074
6	2,447	23	2,069
7	2,365	24	2,064
8	2,306	25	2,060
9	2,262	26	2,056
10	2,228	27	2,052
11	2,201	28	2,048
12	2,179	29	2,045
13	2,160	30	2,042
14	2,145	40	2,021
15	2,131	60	2,000
16	2,120	120	1,980
17	2,110	-	

Приложение С
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ №...
(к свидетельству о поверке №...)

1 Наименование и тип средства измерений:

система измерительная СИ-СТ16 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 16 зав.№ 001, рег. №
(номер знака и дата предыдущей поверки, при наличии)

2 Вид поверки:

3 Дата поверки:

4 Средства поверки:

.....
(наименование, заводской номер, диапазон измерений (воспроизведения), погрешность, номер и срок действия свидетельства о поверке)

5 Условия поверки:

Температура окружающего воздуха, °С

Относительная влажность воздуха, %

Атмосферное давление, мм.рт.ст

6 Методика поверки

В соответствии с методикой поверки 061.240.2019 МП.

7 Результат поверки

7.1 Внешний осмотр -

7.2 Проверка программного обеспечения -

7.3 Опробование -

7.4 Определение метрологических характеристик.....

7.5 Результаты определения метрологических характеристик (машинные протоколы) и рабочие материалы, содержащие данные по погрешности ИК, приведены в приложении к настоящему протоколу.

7.6 Расчет погрешностей ИК выполнялся в соответствии с методикой поверки 061.240.2019 МП.

8 Заключение

Погрешности измерений ИК измерительной системы СИ-СТ16, зав. № 001, не превышают пределов допускаемой погрешности измерений.

Дата очередной поверки

Поверитель

.....
(подпись, дата)

.....
(ФИО)