

2529

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУ
«32 ГНИИИ Минобороны России»



В.В.Швыдун

« 01 » 06 2011 г.

Инструкция

Система измерительная СИ-СТ18 для измерений
параметров турбовальных двигателей на стенде 18

Методика поверки

061.115.2010 МП

г. Мытищи
2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1 Операции поверки	5
2 Средства поверки	5
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 измерительных каналов (ИК)	10
6.4 Установление способов и параметров поверки	11
6.5 Поверка ИК давления и силы постоянного тока, соответствующего значениям давления	12
6.6 Поверка ИК температуры (с термометрами сопротивления ТСП) и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры	13
6.7 Поверка ИК температуры (с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК) и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры	14
6.8 Поверка ИК частоты вращения роторов и частоты переменного тока	16
6.9 Поверка ИК расхода топлива	16
6.10 Поверка ИК крутящего момента	17
6.11 Поверка ИК параметров вибрации и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметров вибрации	18
6.12 Поверка ИК расхода (прокачки) масла	18
6.13 Поверка ИК углового перемещения и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям углового перемещения	19
6.14 Поверка ИК интервалов времени	19
7 Обработка результатов поверки	20
8 Оформление результатов поверки	24
Приложение А. Основные метрологические характеристики СИ-СТ18	25
Приложение Б. Значения коэффициента Стьюдента-Фишера в зависимости от числа степеней свободы при доверительной вероятности $P=0,95$	26
Приложение В. Протокол №..... определения погрешностей измерительной системы СИ-СТ18 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 18	29

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (далее МП) устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок измерительных каналов (далее ИК) системы измерительной СИ-СТ18 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 18 (далее - система) ОАО «Климов».

МП разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 8.009, ГОСТ 8.207, ОСТ 1 01021, МИ 2083, ПР 50.2.006, РМГ 51-2002.

ИС представляется на поверку со следующими комплектами технической документации: Руководством по эксплуатации, методикой поверки.

Поверка ИК осуществляется двумя способами:

- комплектным, при котором контролируются метрологические характеристики ИК в целом;
- поэлементным, при котором контролируются метрологические характеристики отдельных частей ИК. Погрешность ИК определяется суммированием погрешностей его отдельных частей. При поэлементном способе поверки ИК проводится автономная комплектная поверка его части, включающей первичные измерительный преобразователи (ПП), по утвержденным методикам поверки, а другая часть, включающая систему сбора данных (ССД), поверяется по настоящей МП.

Обработку результатов поверки проводить в соответствии с разделом 7.

Интервал между поверками - 1 год.

Нормативные ссылки:

- ГОСТ 8.625-2006 Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний;
- ГОСТ Р 8.585-2001 Термомпары. Номинальные статические характеристики преобразования;
- ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;
- ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов;
- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность;
- ГОСТ 8.207-76 ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения;
- ГОСТ 8.009-84 ГСИ Нормируемые метрологические характеристики средств измерений;
- ОСТ 1 01021-93 Стенды для испытаний авиационных ГТД в наземных условиях. Общие технические требования;
- МИ 2083-90 ГСИ Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей;
- МИ-187-86 ГСИ Средства измерений. Критерии достоверности и параметры методик поверки;
- МИ188-86 ГСИ Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки;
- ПР 50.2.006-94 ГСИ Порядок проведения поверки средств измерений;
- РМГ 51-2002 Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения;
- ЖЯИУ. 421431.003 МП Аппаратура измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М. Методика поверки.

Принятые в документе сокращенные обозначения:

- МП - методика поверки;
- ИК - измерительный канал;
- ИС - измерительная система;
- ПП - первичный измерительный преобразователь;
- РГУ - рычажно-градуировочное устройство;
- РЭ - рабочий эталон;
- ТПР - преобразователь расхода турбинный жидкости;
- ТПРГ - преобразователь расхода турбинный геликоидный;
- НСП - неисключенная систематическая погрешность;
- СКО - среднее квадратическое отклонение;
- ССД - система сбора данных;
- НСХП - номинальная статическая характеристика преобразования;
- МХ - метрологические характеристики;
- ПК - персональный компьютер;
- ВП - верхний предел измерений;
- ИЗ - измеренное значение;
- НЗ - нормированное значение.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении первичной и периодической поверок ИК, должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Загрузка компьютерной программы	6.2	да	да
3 Опробование	6.3	да	да
4 Установление способов и параметров поверки	6.4	да	да
5 Поверка ИК	6.5...6.14	да	да
6 Идентификация программного обеспечения	6.15	да	да
7 Обработка результатов поверки	7.1...7.8	да	да

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 (РЭ) 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
6.5.1	Калибратор давления портативный Метран-501-ПКД-Р: диапазон воспроизведения давления от минус 0,1 Па до 60 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения полного давления $\pm (0,04 - 0,05) \%$
6.5.2 6.11	Калибратор программируемый П320: диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 10 В, пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (10 \cdot U_k + 40) \text{ мкВ}$, где U_k - заданное значение, мВ; диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 100 мА, пределы допускаемой погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm (0,1 \cdot I_k + 1) \text{ мкА}$, где I_k - заданное значение, мА
6.6	Магазин сопротивлений Р4831, диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,001 до 111111,1 Ом, класс точности 0,02
6.6.1	Калибратор температуры Fluke серии 500, модель 518: диапазон воспроизведения температуры от минус 30 °С до 1000 °С, пределы допускаемой погрешности воспроизведения температуры $\pm 0,25 \text{ °С}$
6.7	Калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03: диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 100 мВ, пределы допускаемой 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_k - заданное значение воспроизводимого напряжения постоянного тока, В
6.8 6.9	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110: диапазон воспроизведения частоты от 0,01 Гц до 2 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-5} \%$
6.14	Генератор сигналов произвольной формы Agilent 33210А: диапазон воспроизведения частоты от 1 мГц до 20 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-5} \%$

Продолжение таблицы 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
6.10	Гири массой 10 кг: класс точности М ₁ , пределы допускаемого отклонения массы ± 0,5 г
6.13	Оптическая делительная головка ОДГЭ-20: диапазон измерений плоского угла от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла ± 20"
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
6	Термометр по ГОСТ 28498-90: диапазон воспроизведения температуры от минус 30 до 60 °С, пределы допускаемой погрешности измерений температуры ± 0,1 °С
6	Психрометр аспирационный МВ-34: диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± (1,5-3,5) %
6	Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1: диапазон измерений абсолютного давления от 450 до 825 мм рт.ст., пределы допускаемой погрешности измерений абсолютной давления: ± 0,25 мм рт.ст

2.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей методики.

2.3 При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

2.4 Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки 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 систему, 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 должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 Условия окружающей среды в испытательном боксе:

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

4.2 Условия окружающей среды в помещении пультовой:

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

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

5.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

- проверить комплектность технологической и эксплуатационной документации;
- проверить наличие знаков поверки, а также свидетельств о поверке на эталонные и вспомогательные средства поверки;
- подготовить к работе все приборы и аппаратуру согласно руководств по их эксплуатации ИНСИ.425817.000 РЭ;
- собрать схемы поверки ИК в соответствии с блок-схемами, приведенными в разделе 6 методики поверки 061.115.2010 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;
- создать, проконтролировать и записать в протокол поверки условия проведения поверки.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре установить соответствие системы следующим требованиям:

- комплектность системы должна соответствовать указанной в 107.009.18.0018-2011 ФО;
- маркировка должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- наличие и сохранность пломб (согласно сборочным чертежам);
- измерительные средства, входящие в СИ-СТ18, не должны иметь внешних повреждений, которые могут влиять на работу системы, при этом должно быть обеспечено надежное крепление соединителей и разъемов, отсутствие нарушений экранировки кабелей и качественное заземление.

6.2 Загрузка компьютерной программы

При комплектной и поэлементной поверке ИК СИ-СТ18 возможна работа с разными компьютерными программами, работающими в ОС Linux и ОС Windows соответственно.

При поверке загрузка компьютерной программы осуществляется в следующей последовательности:

6.2.1 Запустить программную утилиту «Конфигуратор» двойным щелчком левой кнопки мыши на пиктограмме «Конфигуратор» на рабочем столе АРМ1 и установить с помощью нее в файле конфигурации АСУТП-И klimov.xml, расположенном в папке общего доступа сервера, для ИК, подвергающихся опробованию, значение поля «Сенсор ХС» в состояние «Выкл.». Выйти из программной утилиты «Конфигуратор» с сохранением файла конфигурации.

6.2.2 Запустить программную утилиту «Метрология» двойным щелчком левой кнопки мыши на пиктограмме «Метрология» на рабочем столе АРМ1.

6.2.3 Указать файл конфигурации. Для этого в главном окне программы выбрать команду меню «Файл/Конфигурация». В открывшемся диалоговом окне выбрать необходимый файл конфигурации, который был создан в Конфигураторе. Закрыть окно нажатием кнопки «Применить».

в открывшемся окне «Метрология» выбрать номер ИК, тип датчика, тип градуировки.

Программа готова к проведению опробования и поверки.

Информация на всех этапах поверки отображается на дисплее.

6.3 Опробование

При опробовании проверяется правильность функционирования системы измерительной.

Для этого необходимо выбрать 3 любых измерительных канала. 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 и наблюдать результаты измерений на экране монитора.

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

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

где x_k – задаваемые эталонные значения физического параметра в k -той контрольной точке;

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

Δ - допускаемая абсолютная погрешность ИК.

6.4 Установление способов и параметров поверки

6.4.1 Установлены два способа поверки ИК СИ-СТ18: комплектный и поэлементный.

6.4.2 Градуировка ИК при комплектной поверке проводится в следующей последовательности.

Установить с помощью РЭ в диапазоне градуировки последовательно i контрольных точек (ступеней) входной величины x_k от x_0 до x_i (прямой ход) и p контрольных точек выходной величины x_k от x_i до x_0 (обратный ход),

На каждой ступени при прямом и обратном ходе провести m отсчетов измеряемой величины. Указанные циклы измерения (прямой и обратный ходы) повторить l раз. В результате в памяти компьютера запоминаются массивы значений выходной величины z_{ikn} при прямом ходе и z_{ikr} при обратном ходе,

где

i -номер ступени (контрольной точки);

k -номер отсчета в каждой контрольной точке.

Примечание - Для ИК с пренебрежимо малой погрешностью вариации допускается обратные ходы градуировки не проводить.

Подход к выбору количества ступеней нагружения и количества наблюдений при проведении поверки измерительных каналов в общем виде изложен в методических указаниях МИ 187-86, МИ 188-86.

С учетом рекомендаций этих документов, а также исходя из опыта применения средств и методов измерений, близких к используемым в СИ-СТ18, могут быть приняты следующие значения параметров i, l, m :

- для ИК крутящего момента при первичной и периодической поверках: $i \geq 10$; $l \geq 5$; $m \geq 2$.

- для остальных ИК при первичной поверке $i \geq 5$; $l \geq 5$; $m \geq 2$; при периодической поверке: $i \geq 5$; $l \geq 3$; $m \geq 2$.

Принятые значения параметров i, l, m в дальнейшем могут быть скорректированы по результатам первичной и периодической поверок СИ-СТ18.

6.4.3 Градуировка части ИК, включающая связующий компонент системы и ССД, проводится в следующей последовательности:

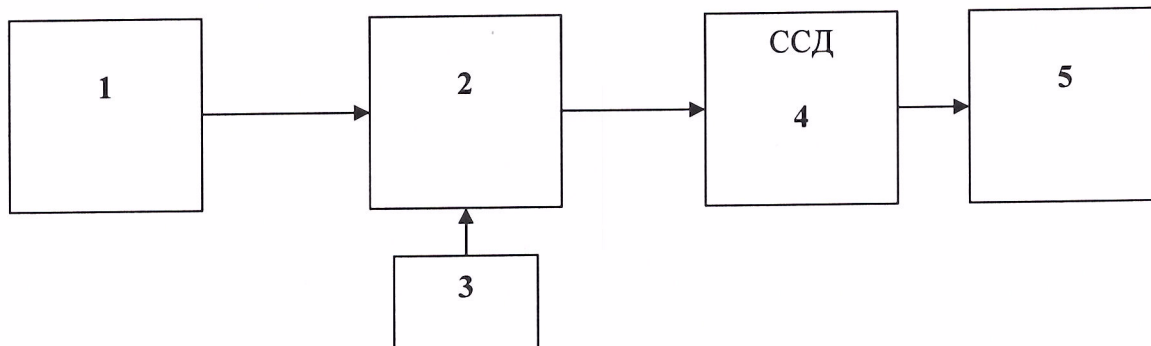
- установить на входе связующего компонента системы с помощью РЭ последовательно контрольные значения входной величины z : $i \geq 5$;

- при каждом контрольном значении входной величины z провести 50 отсчетов измеряемой величины.

Формы рабочих протоколов приведены в приложениях Д, Е

6.5 Поверка ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления

6.5.1 Схема комплектной поверки ИК давления приведена на рисунке 1



- 1- РЭ давления (МЕТРАН-501-ПКД-Р);
- 2 - датчики давления (МИДА, ЗОНД)
- 3 - блок питания (22БП36, 4БП36, БП-КАРАТ-22, МИДА-БП-101, МИДА-БП -104);
- 4 - ССД (SCXI-1308, SCXI-1102В, РХИ-6289);
- 5 - ПК.

Рисунок 1

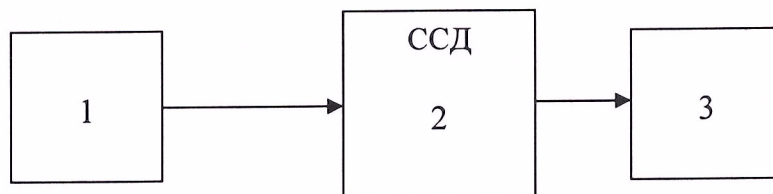
Поверку проводить в следующей последовательности.

Отсоединить вход первичного преобразователя давления от измерительной магистрали испытательного стенда и соединить его с РЭ давления. Провести градуировку ИК давления в соответствии с п. 6.4.2.

Результаты поверки ИК давления считать положительными, если значения погрешностей находятся в пределах допустимых значений, приведённых в п.п. 11 - 47 Приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.5.2 Поэлементная поверка ИК давления включает в себя:

- автономную поверку датчиков давления по утвержденным методикам;
- градуировку ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления по п. 6.4.3 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.



- 1 - РЭ (калибратор программируемый ПЗ20);
- 2 - ССД (SCXI-1308, SCXI-1102В, РХИ-6289);
- 3 - ПК.

Рисунок 2

Расчёт суммарной погрешности для ИК давления выполнить в соответствии с п. 7.4.3. Результаты поверки ИК давления считать положительными, если значения погрешности измерений давления находятся в пределах $\pm 0,05\%$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

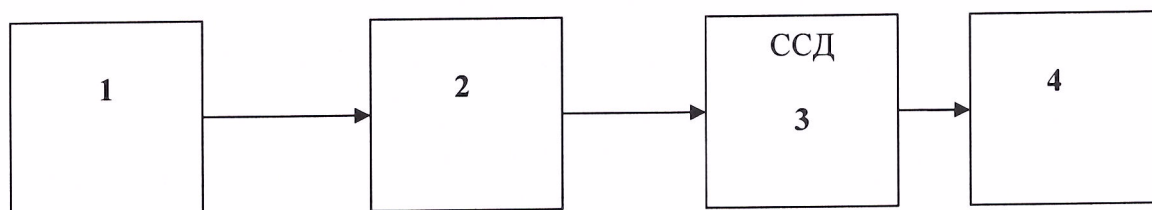
6.5.3 Комплектную поверку ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления проводить по схеме, приведенной на рисунке 2 по методике п. 6.4.3.

Результаты поверки ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления считать положительными, если значения погрешности находятся в пределах $\pm 0,05\%$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.6 Поверка ИК температуры (с термометрами сопротивления ТСП) и сопротивления постоянного тока, соответствующего значениям температуры

6.6.1 Комплектная поверка ИК температуры (с термометрами сопротивления ТСП) может проводиться двумя методами.

Метод 1. Поверка проводится в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.



- 1 - РЭ (калибратор температуры Fluke серии 500, модель 518);
- 2 - термопреобразователь сопротивления (ТСП);
- 3 - ССД (DSCA34, SCXI-1308, SCXI-1102B, PXI-6289);
- 4 - ПК.

Рисунок 3

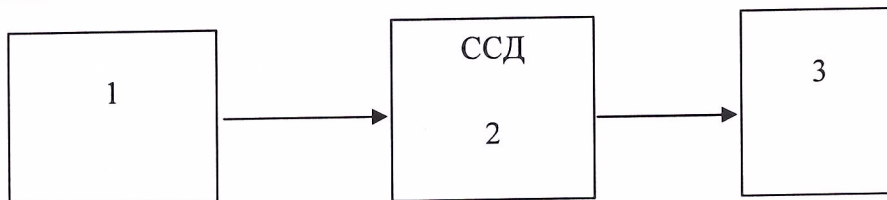
Провести градуировку ИК в соответствии с п. 6.4.2, задавая контрольные значения температуры с помощью РЭ.

Метод 2. Поверка проводится в три этапа и включает в себя:

- определение индивидуальных функций преобразования термометра и погрешность их отклонения от НСП по ГОСТ 8.625-2006;
- градуировку ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4, по методике п. 6.4.3.

Для этого отсоединить электрический кабель от термометра сопротивления, входящего в состав поверяемого ИК, и вместо термопреобразователя сопротивления подключить с помощью жгута-переходника к этому кабелю магазин сопротивлений Р4831. Значения эталонного сопротивления в контрольных точках термометра сопротивления берутся согласно ГОСТ 8.625-2006;

- определение суммарной погрешности ИК проводить с учетом НСП термометра сопротивления (ГОСТ 8.625-2006) по п. 7.4.1.



- 1 - РЭ (магазин сопротивлений Р4831);
 2 - ССД (DSCA34, SCXI-1308, SCXI-1102С, РХИ-6289),
 для 4-х проводной схемы:
 - ССД (KFD-ИТ-2, SCXI-1308, SCXI-1102С, РХИ-6289);
 3 - ПК.

Рисунок 4

Результаты поверки ИК температуры с термометрами сопротивления ТСП считать положительными, если значения погрешностей находятся в пределах допустимых значений, приведенных в п.п. 3,9 -18 Приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.6.2 Поэлементная поверка ИК температуры с термометрами сопротивления ТСП включает в себя:

- автономную поверку термометров сопротивления по утвержденным методикам;
- градуировку ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4, по методике п. 6.4.3.

Для этого отсоединяют электрический кабель от термометра сопротивления, входящего в состав поверяемого ИК, и вместо термометра сопротивления подключают с помощью жгута-переходника к этому кабелю магазин сопротивления Р4831. Значения эталонного сопротивления в контрольных точках термометра сопротивления берутся согласно ГОСТ 8.625-2006;

- определение суммарной погрешности ИК проводить с учетом НСП термопреобразователя сопротивления (ГОСТ 8.625-2006) по методике п. 7.4.1.

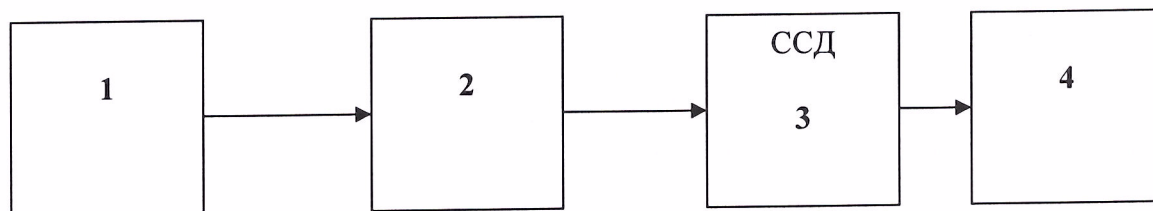
Результаты поверки ИК температуры с термометрами сопротивления ТСП считать положительными, если значения погрешности находятся в пределах допустимых значений, приведенных в п. 1, 5-16 Приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.6.3 Комплектную поверку ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, измеряемой термометрами сопротивления ТСП, проводить по схеме, приведенной на рисунке 4 по методике п. 6.4.3.

Результаты поверки ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, измеряемой термометрами сопротивления ТСП считать положительными, если значения погрешности находятся в пределах допустимых значений $\pm 0,15$ %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.7 Поверка ИК температуры (с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК) и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры

6.7.1 Схема комплектной поверки ИК температуры с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК приведена на рисунке 5.



- 1 - РЭ (калибратор температуры Fluke серии 500, модель 518);
 2 - термоэлектрический преобразователь ХА, ХК;
 3 - ССД (ЕХ 1048);
 4 - ПК.

Рисунок 5

Провести градуировку ИК в соответствии с п. 6.4.2, задавая контрольные значения температуры с помощью РЭ.

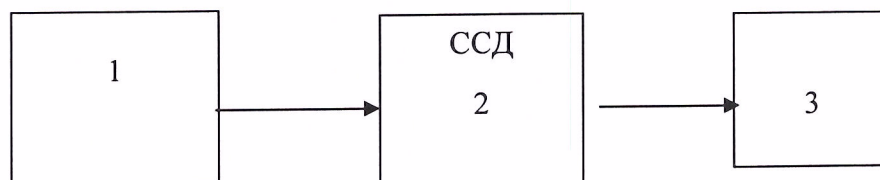
Результаты поверки ИК температуры с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК считать положительными, если значения погрешности измерений находятся в пределах допустимых значений, указанных в п.п. 2-4 Приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.7.2 Поэлементная поверка ИК температуры термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК включает в себя:

- автономную поверку термоэлектрических преобразователей ХА, ХК по утвержденным методикам;

- градуировку ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6 по методике п. 6.4.3. Для этого отсоединить провода термопары, входящей в состав поверяемого ИК, от клеммного блока и подключить вместо нее к клеммному блоку РЭ. Провести градуировку ИК в соответствии с п. 6.4.3. Значения эталонного напряжения, задаваемого в контрольных точках, рассчитываются для каждого типа термопар с помощью полинома или берутся согласно ГОСТ Р 8.585-2001;

- определение суммарной погрешности ИК проводить с учетом НСП термопар (ГОСТ Р 8.585-2001) по методике, изложенной в п. 7.4.1.



- 1 - РЭ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03);
 2 - ССД (ЕХ1048);
 3 - ПК.

Рисунок 6

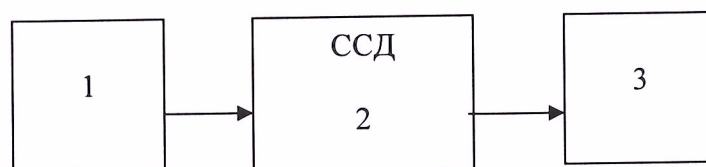
Результаты поверки ИК температуры с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры считать положительными, если значения погрешности измерений находятся в пределах допустимых значений, указанных в п. 2-4 Приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.7.3 Поверка ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК, проводится по схеме, приведенной на рисунке 6 по методике п. 6.4.3.

Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры считать положительными, если значения погрешности находятся в пределах $\pm 0,05\%$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.8 Поверка ИК частоты вращения роторов и частоты переменного тока

Схема поверки ИК частоты вращения роторов приведена на рисунке 7.



1 - РЭ (генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110);

2 - ССД (FL154. ТВ-2715, РХИ-6608);

3 - ПК.

Рисунок 7

Поверку проводить в следующей последовательности.

Отсоединить электрический кабель поверяемого ИК от установленного на двигателе датчика частоты вращения и с помощью жгута-переходника подключить к этому кабелю генератор синусоидальных сигналов ГЗ-110. Провести градуировку ИК в соответствии с п. 6.4.3.

Результаты поверки ИК частоты вращения роторов и частоты переменного тока считать положительными, если значения относительной погрешности измерений находятся в пределах допустимых значений, указанных в п.п. 48-51 Приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.9 Поверка ИК расхода топлива

Поэлементная поверка ИК расхода топлива включает в себя:

- автономную поверку преобразователей расхода топлива ТПР и ареометра АНТ-1 по утвержденным методикам ;
- поэлементную или комплектную поверку ИК температуры топлива по методике п. 6.6;
- поверку ИК частоты выходного сигнала датчиков расхода топлива по методике п. 6.8.

Погрешность ИК расхода топлива определить по формуле (1):

$$\tilde{\Delta}_o = 1,1\sqrt{\Delta_{ПР}^2 + \Delta_f^2 + \Delta_p^2}, \text{ где} \quad (1)$$

$\Delta_{ПР}$ – абсолютная погрешность преобразователей расхода ТПР (берется из протоколов поверки преобразователей расхода на эталонной расходомерной установке);

Δ_f – абсолютная погрешность ИК частоты электрических сигналов преобразователей расхода;

Δ_{ρ} - абсолютная погрешность измерений плотности топлива:

$$\Delta_{\rho} = ((\Delta'_{\rho})^2 + (\gamma \cdot \Delta_t / \rho)^2)^{0.5}$$

где Δ'_{ρ} - погрешность измерений плотности топлива ареометром;

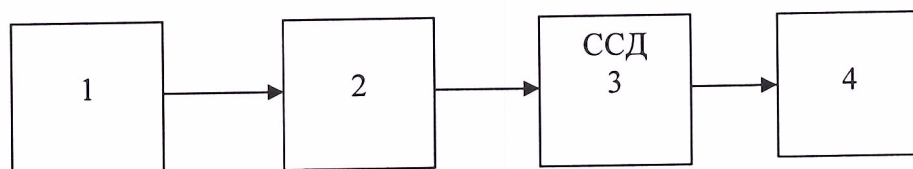
γ - температурный коэффициент плотности топлива;

ρ - номинальная плотность топлива при 20°C;

Δ_t - основная абсолютная погрешность измерения температуры топлива с помощью термопреобразователя сопротивления.

Результаты поверки ИК расхода топлива считать положительными, если значения относительной погрешности измерений расхода топлива в диапазоне от 200 до 800 кг/ч и значения приведенной (к ВП) погрешности измерений расхода топлива в диапазоне от 40 до 200 кг/ч находятся в пределах $\pm 0,5\%$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.10. Поверка ИК крутящего момента



1 - рычажно-градуировочное устройство (РГУ);

2 - гидротормоз Froude Hoffman;

3 - ССД (FL154, ТВ-2715, РХИ-6608);

4 - ПК.

Рисунок 8

6.10.1 Определение индивидуальной функции преобразования (градуировочной характеристики) и случайной составляющей погрешности ИК

1) Разгрузить ИК до нуля;

2) Нагрузить ИК до M_{max} и без выдержки разгрузить;

3) Записать в протокол поверки время начала градуировки, температуру окружающего воздуха в боксе;

4) Задавая регулярную последовательность не менее чем 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 секунд, произвести регистрацию показаний и запись в протокол

5) Повторить работы по пункту 4) ещё четыре раза;

Результаты градуировки занести в протокол.

Примечание - При градуировке необходимо соблюдать следующие правила:

- при осуществлении нагружения (разгрузки) не допускать переход через принятые контрольные точки градуировки и возврата к ним с противоположной стороны хода градуировки. 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;

- перерыв между следующими друг за другом однократными градуировками не должен превышать 10 минут.

Обработку результатов градуировки провести по п. 7.2, 7.5.

Результаты поверки ИК крутящего момента считать положительными, если значения относительной погрешности измерений находятся в пределах $\pm 0,5\%$ (приведенной к 0,5 от верхнего предела измерений ВП) в диапазоне от 0 до 111 кгс·м и в диа-

пазоне от 111 до 222 кгс·м (от измеряемой величины). В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

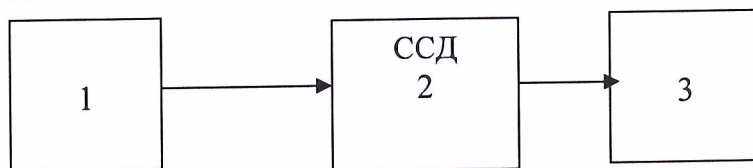
6.11 Поверка ИК параметров вибрации и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметров вибрации

6.11.1 Поэлементная поверка ИК вибрации включает в себя:

- автономную поверку аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М-10 в комплекте с датчиками вибрации МВ-43-2Б, МВ-38 и др. по утвержденной методике поверки ЖЯИУ. 421431.003 МП.

- градуировку ИК напряжения постоянного тока, соответствующего параметрам вибрации, по схеме, приведенной на рисунке 9, по методике п. 6.4.3.

Для этого отсоединить электрический кабель поверяемого ИК от выхода аппаратуры ИВДСФ-3М и с помощью жгута-переходника подключить к этому кабелю калибратор П-320.



- 1 - РЭ (калибратор программируемый П320);
2 - ССД (РХИ-6289);
3 - ПК.

Рисунок 9

Провести расчет погрешности ИК параметров вибрации по п.7.4.4.

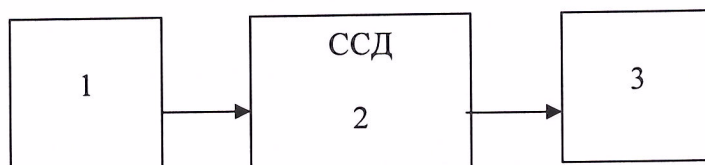
Результаты поверки ИК параметров вибрации считать положительными, если значения приведенной (к ВП) погрешности измерений виброскорости находятся в пределах $\pm 12,0$ %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.11.2 Поверка ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметров вибрации, проводить по схеме, приведенной на рисунке 9, по методике п. 6.4.3.

Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметров вибрации, считать положительными, если значения погрешности находятся в пределах $\pm 0,05$ %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.12 Поверка ИК расхода (прокачки) масла

Схема поверки ИК расхода (прокачки) масла приведена на рисунке 10.



- 1 - РЭ (генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110);
2 - ССД (FL154. ТВ-2715, РХИ-6608);
3 - ПК.

Рисунок 10

Проводится поэлементная поверка ИК расхода (прокачки) масла, которая включает в себя:

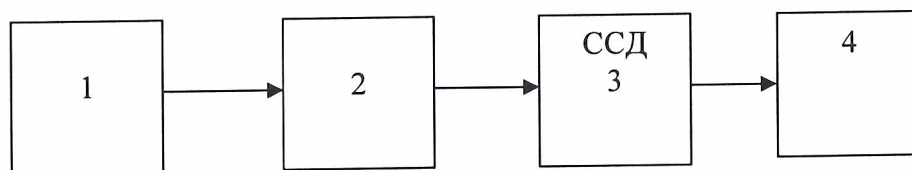
- автономную поверку по утвержденным методикам преобразователей расхода ТПРГ;
- поверку ИК частоты выходного сигнала датчиков расхода топлива по методике п. 6.8.

Обработку результатов поверки проводить в соответствии с п.7.4.5.

Результаты поверки ИК расхода (прокачки) масла считать положительными, если значения приведенной (к ВП) погрешности измерений находятся в пределах $\pm 3,0 \%$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.13 Поверка ИК угловых перемещений и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям угловых перемещений

Схема поверки ИК угловых перемещений приведена на рисунке 11.



- 1 - РЭ (оптическая делительная головка ОДГЭ-20);
- 2 – Энкодер;
- 3 - ССД (FL154. ТВ-2715, РХИ-6608);
- 4 - ПК.

Рисунок 11

6.13.1 Для проведения поверки выполнить следующие операции:

- отсоединить энкодер от двигателя и соединить с РЭ угловых перемещений;
- задавая значения угловых перемещений в соответствии с методикой п. 6.4.2, зафиксировать результаты измерений угловых перемещений в протоколе.

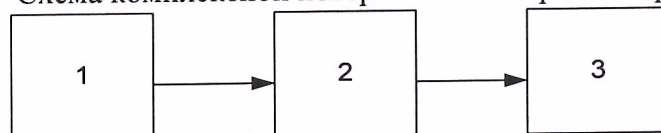
Результаты поверки ИК угловых перемещений считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений находятся в пределах $\pm 1^\circ$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.13.2 Поверку ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям угловых перемещений, проводить по схеме, приведенной на рисунке 9, по методике п. 6.4.3.

Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям угловых перемещений считать положительными, если значения погрешности находятся в пределах $\pm 0,05 \%$. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.14 Поверка ИК интервалов времени

Схема комплектной поверки ИК интервалов времени приведена на рисунке 11.



- 1 – РЭ (генератор сигналов сложной и специальной формы Agilent 33210A);
- 2 – модуль частотный
- 3 – ПК.

Рисунок 12

Поверка ИК интервалов времени проводится по схеме, приведенной на рисунке 12, по методике п. 6.4.2.

Произвести измерения интервалов времени в диапазоне от 0 до 120 с. На каждом контрольном значении (не менее 5 точек) произвести 50 отсчетов. Расчет абсолютной погрешности проводить по п. 7.2, 7.3.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности находятся в пределах $\pm 0,1$ с. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.15 Идентификация программного обеспечения

6.15.1 Осуществить проверку соответствия следующих идентификационных данных программного обеспечения (ПО) на соответствие указанным в формуляре 107.009.18.0018-2011 ФО:

наименование ПО;

идентификационное наименование ПО;

номер версии (идентификационный номер) ПО;

цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма исполняемого кода);

алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в формуляре 107.009.18.0018-2011 ФО. В противном случае блок направляется для проведения настройки.

7 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

7.1 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.

7.2 Определение индивидуальной функции преобразования.

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

$$\bar{z}_i = \frac{\sum_k z_{ik}}{m}$$

Определить индивидуальную функцию преобразования в виде степенного полинома:

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

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

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

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_k y_{ik}}{m},$$

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

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

$$\bar{\Delta}_{ci} = \bar{y}_i - x_i$$

Определить границы систематических погрешностей Θ_i измеренной величины:

$$\Theta_i = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{c1}^2 + \Delta_{c1}^2}$$

где Δ_{c1} - абсолютная погрешность рабочего эталона.

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

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

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

$$K = \frac{\Theta_i}{S_i(\Delta^\circ)}$$

Определить

Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_i = \Theta_i$

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

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

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.

7.3 Определить погрешность ИК Δ как максимальное значение суммарной абсолютной погрешности:

$$\Delta = \max |\bar{\Delta}_i|$$

Определить приведенную погрешность γ ИК

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{x_n} \%$$

где x_n - верхний предел измеренной величины.

7.4 Определение характеристик погрешности при поэлементной поверке

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

1) ИК измерений температуры термопреобразователями сопротивления ТСП

$$\tilde{\Delta}_o = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{тсп}^2 + \Delta_{срд}^2}$$

где $\Delta_{тсп}$ - НСП термопреобразователя сопротивления, определяется по ГОСТ 6651-94 в зависимости от его типа и класса (А, В, С);

$\Delta_{срд}$ - погрешность измерительного канала, включающего ССД и ПК (определяется в соответствии с п. 7.2, 7.3);

ХК 2) ИК измерений температуры термоэлектрическими преобразователями ХА,

$$\tilde{\Delta}_o = 1.1 \sqrt{\Delta_{ТП}^2 + \Delta_{xc}^2 + \Delta_{ССД}^2} ,$$

где $\Delta_{ТП}$ – НСП термопары, определяется по ГОСТ Р 8.585-2001 в зависимости от типа и класса (1, 2, 3);

Δ_{xc} - абсолютная погрешность ИК температуры холодных спаев (определяется по формуле (14));

$\Delta_{ССД}$ – абсолютная погрешность ИК, включающего ССД и ПК (определяется в соответствии с п. 7.2, 7.3);

7.4.2 Абсолютная погрешность ИК измерений расхода топлива

$$\tilde{\Delta}_o = 1.1 \sqrt{\Delta_{ПР}^2 + \Delta_f^2 + \Delta_\rho^2} ,$$

где $\Delta_{ПР}$ – абсолютная погрешность преобразователей расхода ТПР (берется из протоколов поверки преобразователей расхода на эталонной установке);

Δ_f - абсолютная погрешность ИК измерений частоты электрических сигналов преобразователей расхода (определяется в соответствии с п. 7.2, 7.3);

Δ_ρ - абсолютная погрешность измерений плотности топлива:

$$\Delta_\rho = ((\Delta'_\rho)^2 + (\gamma \cdot \Delta_t / \rho)^2)^{0.5} ,$$

где: Δ'_ρ - погрешность измерений плотности топлива ареометром;

γ - температурный коэффициент плотности топлива;

ρ - номинальная плотность топлива при 20°C;

Δ_t - абсолютная погрешность измерений температуры топлива с помощью термопреобразователя сопротивления, определяется по формуле (13);

7.4.3 Абсолютная погрешность ИК измерений давления

$$\tilde{\Delta}_o = 1.1 \sqrt{\Delta_d^2 + \Delta_{ССД}^2 + \Delta_{РЭ}^2} ,$$

где: Δ_d – абсолютная погрешность датчика давления;

$\Delta_{ССД}$ – абсолютная погрешность ИК, включающего ССД и ПК (определяется в соответствии с разделом 7.2, 7.3);

$\Delta_{РЭ}$ - погрешность рабочего эталона.

7.4.4 Абсолютная погрешность ИК измерений параметров вибрации

$$\tilde{\Delta}_o = 1.1 \sqrt{\Delta_{ВП}^2 + \Delta_{ССД}^2}$$

где: $\Delta_{ВП}$ – погрешность аппаратуры измерения роторных вибраций (определяется по методике поверки ЖЯИУ. 421431.003 МП);

$\Delta_{ССД}$ – абсолютная погрешность ИК, включающего ССД и ПК, (определяется в соответствии с разделом 7.2, 7.3);

7.4.5 Абсолютная погрешность ИК измерения расхода (прокачки) масла

$$\tilde{\Delta}_o = 1.1 \sqrt{\Delta_{ПР}^2 + \Delta_f^2} ,$$

где $\Delta_{ПР}$ – абсолютная погрешность преобразователей расхода ТПР (берется из протоколов поверки преобразователей расхода на эталонной установке);

Δ_f - абсолютная погрешность ИК измерений частоты электрических сигналов преобразователей расхода (определяется в соответствии с п. 7.2, 7.3);

7.5 Определение относительной погрешности ИК

$$\tilde{\delta}_o = \frac{\tilde{\Delta}_o}{x_n} \cdot 100\% .$$

7.6 Определение приведенной к ВП погрешность ИК

$$\tilde{\gamma}_o = \frac{\tilde{\Delta}_o}{ВП} \cdot 100\% .$$

7.7 Определение приведенной к 0,5 ВП погрешность ИК

$$\tilde{\gamma}_o^* = \frac{\tilde{\Delta}_o}{0,5ВП} \cdot 100\%$$

4.14 Идентификация программного обеспечения

4.14.1 Осуществить проверку соответствия следующих идентификационных данных программного обеспечения (ПО) на соответствие указанным в разделе 2 сводного паспорта

ТГИЮ.365193.005ПС: наименование ПО;

идентификационное наименование ПО;

номер версии (идентификационный номер) ПО;

цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма исполняемого кода);

алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в разделе 2 сводного паспорта ТГИЮ.365193.005ПС. В противном случае блок направляется для проведения настройки.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки занести в Протокол поверки (приложение В).

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускается и на нее выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Начальник отдела ГЦИ СИ
ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

В.В. Хижняк

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ
ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

А.А. Горбачев

Научный сотрудник ГЦИ СИ
ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

С.Н. Чурилов

Приложение А

Основные метрологические характеристики СИ-СТ18

Наименование параметра (полное и сокращенное)	Диапазон измерения параметра	Допускаемая погрешность измерения	Кол-во каналов
Температура воздуха на входе в двигатель, tvx1 – tvx8	от 223 до 323 К	± 0,3 % от ИЗ	8
Температурное поле за ТК (перед СТ), t*ztc1 – t*ztc9	от 273 до 1473 К	± 1,0 % от ДИ	9
Температура масла на входе в двигатель, tm vx	от минус 50 до 200 °С	± 1,0 % от ВП	1
Температура масла на выходе из двигателя, tm вых	от 0 до +200 °С	± 1,0 % от ВП	1
Температура топлива на входе в двигатель перед датчиками расхода, tr1	от - 50 до + 70°С	± 1,0 % от ВП	1
Температура топлива на входе в двигатель после датчиков расхода, tr2	от - 50 до + 70°С	± 1,0 % от ВП	1
Температура масла перед датчиком расхода в линии опор, tm оп1	от 0 до 200 °С	± 1,0 % от ВП	1
Температура масла после датчика расхода в линии опор, tm оп1	от 0 до 200 °С	± 1,0 % от ВП	1
Температура масла перед датчиком расхода в линии КП, tm кп1	от 0 до 200 °С	± 1,0 % от ВП	1
Температура воды на входе в гидротормоз, tvx вод	от 0 до 100 °С	± 1,0 % от ВП	1
Полное давление воздуха на входе в двигатель, P*vx датч	от 0,9 до 1,1 кгс/см ²	± 0,4 от ИЗ	1
Давление воздуха в магистрали отбора на ПОС объекта, Pпос	от 0 до 7 кгс/см ²	± 0,5 от ВП НЗ	1
Давление воздуха за компрессором, Pк1, Pк2	от 0 до 19 кгс/см ²	± 0,3 от ВП НЗ	2
Давление воздуха в мерном коллекторе СКВ №1, 2, P1скв, P2скв	от 0 до 0,4 кгс/см ²	± 0,5 от ВП НЗ	2
Давление воздуха за осевым компрессором, Pок	от 0 до 5 кгс/см ²	± 0,3 от ВП НЗ	1
Давление воздуха в предмасляной полости I, II опоры, Pвоз пмп1, Pвоз пмп2	от 0 до 2,0 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	2
Давление воздуха на входе в стартер, Pвоз св	от 0 до 4,0 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Разрежение воздуха в боксе, Pразр	от 0 до 0,006 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление воздуха на регулирование гидротормоза №1, №2, Pвоз гт1, Pвоз гт2	от 0 до 6,0 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	2
Давление масла на входе в	от 0 до 6,0 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1

Наименование параметра (полное и сокращенное)	Диапазон измерения параметра	Допускаемая погрешность измерения	Кол-во каналов
двигатель, Рм вх			
Давление масла перед маслофильтром, Рмф	от 0 до 10 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление масла на выходе из опор, Рм оп вых	от 0 до 2,5 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление масла на выходе из коробки приводов, Рм кп вых	от 0 до 2,5 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление в масляной полости I, II опоры, Рм мп1, Рм мп2	от минус 0,5 до + 0,4 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	2
Давление масла за импеллером, Рм имп	от 0 до 15 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива на входе в двигатель, Рт вх	от минус 1,0 до 3,0 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива за вихревым насосом НД, Рт вн	от 0 до 10 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива в коллекторе форсунок 1, 2-го контура, Рт1, Рт2	от 0 до 50 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	2
Давление топлива на ложном запуске, Рт1 лз	от 0 до 8,0 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива на выходе из ШН (вход в АДТ), Рт шн	от 0 до 80 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива перед РТ, Рт рт	от 0 до 50 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива открытия НАК, Рто нак	от 0 до 80 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива закрытия НАК, Ртз нак	от 0 до 80 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива в управляющей полости КПВ, Рт кпв	от 0 до 80 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление топлива со склада, Рт скл	от 0 до 3,0 кгс/см ²	± 5,0 от ВП	1
Давление топлива на входе в ТА-8, Рт та	от 0 до 3 кгс/см ²	± 5,0 от ВП НЗ	1
Давление воды на входе в гидротормоз, Рвод	от 0 до 4,0 кгс/см ²	± 1,5 от ВП	1
Перепад давления топлива на стендовом топливном фильтре, ДРтф	от 0 до 0,4 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Перепад давления воды на стендовом фильтре, ДРвф	от 0 до 0,4 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление в масляной полости III-IV опоры, Рм мп34	от минус 0,5 до 0,4 кгс/см ²	± 1,0 от ВП НЗ	1
Давление в коробке приводов, Рмп кп	от минус 0,4 до 0,2	± 1,0 от ВП НЗ	1
Перепад давлений воздуха в мерном коллекторе СКВ №1 ($P^*1 = P^* - P_{сг1}$), ДР13скв	от 0 до 0,4 кгс/см ²	± 0,5 от ВП НЗ	1
Перепад давлений воздуха в мерном коллекторе СКВ №2	от 0 до 0,4 кгс/см ²	± 0,5 от ВП НЗ	1

Наименование параметра (полное и сокращенное)	Диапазон измерения параметра	Допускаемая погрешность измерения	Кол-во каналов
($P^*2 = P^* - P_{ст2}$), DP24скв			
Частота вращения ротора турбокомпрессора, птк	от 500 до 5000 Гц	$\pm 0,1$ % от ИЗ	2
Частота вращения ротора свободной турбины, пст	от 500 до 5000 Гц	$\pm 0,1$ % от ИЗ	2
Частота вращения датчика расхода масла от опор, fGм оп	от 50 до 500 Гц	$\pm 0,1$ % от ВП	2
Частота вращения датчика расхода масла от КП, fGм кп	от 50 до 500 Гц	$\pm 0,1$ % от ВП	1
Расход (прокачка) масла	От 0 до 40 л/мин	$\pm 3,0$ % от ВП	
Расход топлива, Gт1	от 200 до 800 кг/ч от 40 до 200 кг/ч	$\pm 0,5$ % от ИЗ $\pm 0,5$ % от ВП	2
Расход топлива, дублирующий, Gт1	от 200 до 800 кг/ч от 40 до 200 кг/ч	$\pm 0,5$ % от ИЗ $\pm 0,5$ % от ВП	2
Угол установки лопаток, αвна	от 0 до + 140°	$\pm 1^\circ$	1
Угол положения РУД, αруд	от 0 до + 140°	$\pm 1^\circ$	1
Момент крутящий, Mкр1	от 111 до 222 кгс.м от 0 до 111 кгс.м	$\pm 0,5\%$ от ИЗ $\pm 0,5\%$ от ВП	1
Измерение виброскорости	0 – 100 мм/сек	$\pm 12\%$ от ВП	8
ИК напряжения постоянно-го тока, соответствующие значениям температуры	От минус 2 до 48 мВ	$\pm 0,05$ % от ДИ	28
ИК измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры,	от 78,48 до 185,58 Ом	$\pm 0,15\%$ от ИЗ	16
ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления воздуха (газа), жидкости (топлива, масла),	от 4 до 20 мА	$\pm 0,05$ % от ВП	40
ИК напряжения постоянно-го тока. соответствующие значениям виброскорости	от 0 до 10В	$\pm 0,05$ % от ВП	8
ИК напряжения постоянно-го тока. соответствующие значениям угловых перемещений	от 0 до 10В	$\pm 0,05$ % от ВП	2

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

Число степеней свободы $2m_1-1$	Доверительная вероятность $P=0,95$	Число степеней свободы $2m_2-1$	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 В
Протокол №
определения погрешностей и диапазонов измерений
системы измерительной СИ-СТ18 стенда № для ОАО «КЛИМОВ»

- 1 Вид поверки.....
2 Дата поверки.....
3 Средства поверки
.....
4 Условия поверки
-Температура окружающего воздуха,°С
-в боксе.....
-в пультовой.....
-Атмосферное давление,мм.рт.ст.
-Влажность, %.....
5 Результаты экспериментальных исследований
5.1.Внешний осмотр
.....
5.2.Результаты опробования

5.3.Результаты метрологических исследований

Рабочие материалы, содержащие данные по градуировкам ИК и их обработке представлены в первичных протоколах №№ .
Результаты метрологических исследований системы измерительной СИ представлены в Таблице.

Условия исследования:

- число ступеней нагружения $i = \dots\dots\dots$
-число циклов нагружения $l = \dots\dots\dots$
-число опросов на точке $m = \dots\dots\dots$

Расчет суммарной погрешности проводится по формулам методики поверки 061.115.2010 МП.

Измерительные каналы давления Поверка каналов комплектная.

№ п.п.	№ ИК	Обозначение параметра	Тип датчика	Диапазон поверки	Суммарная погрешность ИК, %	Предел допускаемой погрешности %
1	2	3	4	6	7	8
1.						
2.						
3.						

6. Выводы.....
.....
7. Заключение.....

Поверитель

_____ (подпись, дата)

_____ (ф.и.о.)