

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора –
директор исследовательского центра
«Авиационные двигатели»
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

В.Г. Марков

2022 г.



ГСИ. Система информационно-измерительная «Каскад-РХИ-2»

Методика поверки

МП Каскад-РХИ-2

г. Москва

2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения и условные обозначения	3
1 Общие положения	4
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	6
3 Требования к условиям проведения поверки	7
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	8
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	9
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	11
7 Внешний осмотр средства измерений.....	12
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. Проверка программного обеспечения средства измерений	13
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	14
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	31
11 Оформление результатов поверки.....	37
Приложение А (обязательное) Метрологические характеристики Каскад-РХІ-2.....	38

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ВП – верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра;
- ДИ – диапазон измерений измерительного канала (ИК), в пределах которого устанавливаются контрольные точки (меры), для которых определяются значения метрологических характеристик и в которых выполняется их оценка на соответствие нормированным пределам допускаемой погрешности измерений
- ИК – измерительный канал (каналы);
- КТ – контрольная точка диапазона измерений (ДИ), в которой устанавливается (задается) номинальное действительное значение измеряемой величины, принимаемое за истинное, при проведении экспериментальных исследований поверяемого ИК;
- МП – методика поверки;
- МХ – метрологические характеристики;
- ПО – программное обеспечение;
- ПП – первичный преобразователь (датчик);
- РЭ – руководство по эксплуатации.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020 г., приказом Минпромторга № 2510 от 31.06.2020 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) системы информационно-измерительной «Каскад-РХИ-2» (далее по тексту – Система, Каскад-РХИ-2), предназначенной для измерений параметров при испытаниях авиационных двигателей на стенде № 4 ЗИС АО «ОДК-ПМ».

1.2 Функционально Система включает в себя следующие ИК:

- ИК силы от тяги двигателя;
- ИК расходов массового и объемного;
- ИК частоты переменного тока, соответствующие частоте вращения роторов;
- ИК абсолютных, избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред;
- ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК;
- ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления);
- ИК температура атмосферного воздуха;
- ИК сигналов от датчиков температуры (ТЭДС термопар, соответствующих температуре);
- ИК относительной влажности атмосферного воздуха;
- ИК напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока.

1.3 Способы поверки

1.3.1 Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.

1.3.2 В настоящей МП поверка ИК реализована с помощью метода прямых измерений.

1.4 Нормирование метрологических характеристик

1.4.1 Номенклатура МХ ИК, определяемых по данной МП, установлена в соответствии с ГОСТ 8.009-84.

1.4.2 Оценка и форма представления погрешностей – по МИ 1317-2004.

1.4.3 Методы определения МХ ИК при поверке комплектным способом по ГОСТ Р 8.736-2011 и ОСТ 1 00487-83.

1.4.4 Нормирование поверки: количество КТ на ДИ – по МИ 2440-97.

1.5 Каскад-РХИ-2 обеспечивает прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам: ГЭТ 32-2011 ГПЭ единицы силы в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2019 № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы»; ГЭТ 63-2019 ГПСЭ единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07.02.2018 № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости»; ГЭТ 1-2022 ГПЭ единиц времени и частоты в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»; ГЭТ 23-2010 ГПЭ единицы давления-паскаля в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.06.2018 № 1339 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»; ГЭТ 101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па»; ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С, ГЭТ 35-2021 ГПЭ единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ.

Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»; ГЭТ 13-01 ГПЭ единицы электрического напряжения в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»; ГЭТ 151-2020 единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «15» декабря 2021 г. № 2885 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов»; ГЭТ 4-91 ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»; ГЭТ 88-2014 единицы силы электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «17» марта 2022 г. № 668 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц»; ГЭТ 89-2008 ГПСЭ единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 \div 3 \cdot 10^7$ Гц в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03.09.2021 № 1942 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц».

1.6 Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке Каскад-РХИ-2, приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
3 Определение метрологических характеристик ИК:	да	да	9.1
3.1 Определение погрешности ИК силы от тяги двигателя	да	да	9.2
3.2 Определение погрешностей ИК расходов массового и объемного	да	да	9.3
3.3 Определение погрешностей ИК частоты переменного тока, соответствующие частоте вращения роторов	да	да	9.4
3.4 Определение погрешностей ИК абсолютных, избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред	да	да	9.5
3.5 Определение погрешности ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК	да	да	9.6
3.6 Определение погрешностей ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления)	да	да	9.7
3.7 Определение погрешностей ИК температуры атмосферного воздуха	да	да	9.8
3.8 Определение погрешностей ИК сигналов от датчиков температуры (ТЭДС термомпар, соответствующих температуре)	да	да	9.9
3.9 Определение погрешностей ИК относительной влажности атмосферного воздуха	да	да	9.10
3.10 Определение погрешности ИК напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока	да	да	9.11
4 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	да	да	10
5 Оформление результатов поверки	да	да	11

Примечание – при проведении поверки в ограниченном объеме, перечень проверяемых ИК может быть сокращен на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в рабочих условиях эксплуатации Каскад-РХІ-2.

3.2 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|---|----------------|
| - температура воздуха, °С | от +15 до +35 |
| - относительная влажность воздуха при температуре 30 °С, % | от 5 до 90 |
| - атмосферное давление, кПа | от 60 до 106,6 |
| - напряжение питания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В | от 198 до 242 |

3.3 При выполнении поверок ИК Каскад-РХІ-2 условия окружающей среды для средств поверки должны соответствовать требованиям, указанным в руководствах на их эксплуатацию и требованиям, установленным ГОСТ 8.395-80.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на Каскад-РХ1-2, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними, имеющие квалификацию поверителя в установленном порядке и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Основные средства поверки		
9.2	Рабочий эталон единицы силы 2 разряда по Приказу № 2498 от 22.10.2019 в диапазоне значений от 0 до 50 кН	Динамометр электронный ТМУ-50/0,5 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 53968-13)
9.3 (поэлементная поверка)	Рабочий эталон единицы частоты 4 разряда по Приказу № 1621 от 31.07.2018 в диапазоне значений от 0 до 5 кГц; Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда по Приказу № 2091 от 01.10.2018 в диапазоне значений от 4 до 20 мА	Генератор сигналов низкой частоты ГЗ-110 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 5460-76); Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 35062-07)
9.4	Рабочий эталон единицы частоты 4 разряда по Приказу № 1621 от 31.07.2018 в диапазоне значений от 0 до 10 кГц	Генератор сигналов низкой частоты ГЗ-110 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 5460-76)
9.5 (комплектная поверка)	Рабочий эталон 3 разряда Приказу Росстандарта от 29.06.2018 г. № 1339 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» в диапазоне от 0 до 4 МПа;	Манометр цифровой METROL 100 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 66716-17); Метран 503 – Воздух (рег. номер в ФИФ ОЕИ 25940-03); Манометр грузопоршневой МП-60.
9.5 (поэлементная поверка)	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда по Приказу № 2091 от 01.10.2018 в диапазоне значений от 4 до 20 мА	Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 35062-07)
9.6; 9.7 (комплектная поверка)	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне значений от -50 °С до +600 °С	Калибратор температуры КТ-1М (рег. номер в ФИФ ОЕИ 29228-11); Калибратор температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-650К» (рег. номер в ФИФ ОЕИ 80030-20)
9.9; 9.6 (поэлементная поверка)	Рабочий эталон единицы электрического напряжения 3 разряда по Приказу № 3457 от 30.12.2019 в диапазоне значений от -3 до 55 мВ	Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 35062-07)

Продолжение таблицы 5.1

9.7 (позлементная поверка)	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления постоянному току 4 разряда по Приказу № 3456 от 30.12.2019 в диапазоне значений от 0 до 180 Ом	Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 35062-07)
9.11	Рабочий эталон 3 разряда по Приказу № 1942 от 03.09.21 г. в диапазоне от 0 до 150 В; Рабочий эталон 2 разряда по Приказу № 668 от 17.03.2022г. 0 (1·10 ⁻⁶) до 5 А; Рабочий эталон единицы частоты 4 разряда по Приказу № 1621 в диапазоне значений от 350 до 450 Гц	Калибратор многофункциональный Transmille 3041 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 34284-07)
9.8; 9.10	Поверяется автономно в соответствии с документом МП 2411-0151-2018 «ГСИ. Измерители влажности и температуры ИВТМ-7. Методика поверки.»	
9.5 (ИК атмосферного давления)	Поверяется автономно МИ 2699-2001 «ГСИ. Барометры вибрационные частотные. Методика поверки»	
Вспомогательные средства поверки		
9.2 – 9.11	Средство измерений условий окружающей среды: Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11	

5.2 При проведении поверки допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ИК с требуемой точностью (выбираются по поверочным схемам по соответствующим видам измерений).

5.3 Используемые средства поверки должны иметь действующее свидетельство об аттестации эталона и/или действующее свидетельство о поверке (с учетом требований поверочных схем), и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ).

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

6.2 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 системы и с настоящей методикой;

– помещение, где проводится поверка, должно быть оборудовано пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения;

– установку средств поверки производить с таким расчетом, чтобы был обеспечен удобный доступ к ним при проведении работ;

– подключение и отключение первичных измерительных преобразователей (ПП) давления от системы, передающей давление, должны производиться только при условии отсутствия в ней избыточного давления;

– запрещается задавать давление, превышающее значение верхнего предела, поверяемого ПП в соответствии с его техническими характеристиками;

– 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 системы должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за её эксплуатацию.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого ИК Каскад-РХІ-2 следующим требованиям:

- комплектность ИК Каскад-РХІ-2 должна соответствовать РЭ;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК системы не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами;
- система должна быть защищена от несанкционированного вмешательства.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если выполняются условия, изложенные в пункте 7.1. В противном случае проведение поверки не проводится до устранения выявленных несоответствий.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

8.1.1 Проверить техническое состояние и подготовить Систему к работе в соответствии с РЭ на Систему.

8.1.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 3.

8.1.3 При подготовке к поверке:

– проверить наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов на средства поверки и/или действующих свидетельств о поверке, и/или наличия сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;

– технические средства, если они находились в условиях отрицательных температур либо повышенной влажности, выдержать не менее 8 часов в условиях, указанных в разделе 3;

– подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;

– при необходимости обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения;

– включить питание аппаратуры;

– ожидать прогрева аппаратуры не менее 30 минут.

8.1.4 Перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление).

8.2 Опробование и поверка программного обеспечения

8.2.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения.

8.2.1.1 Для проверки наименования и версии ПО необходимо выполнить следующие операции:

– запустить ПО «Нижний уровень» ИИС «Каскад-РХИ-2».

– убедиться в соответствии данных характеристикам ПО, приведенным в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	«Нижний уровень» ИИС «Каскад-РХИ-2»
Идентификационное наименование ПО	468.001-08NI
Номер версии ПО	468.001-08NI.V01
Цифровые идентификаторы ПО:	
SC1_ascan_V2.exe	EB8595E9B5F9851E6A00599A55C993B3
SC2_dscan.exe	D4CBC84369203CF46B0DE2D1D95605D8
rotamass.exe	A9725119B44FB6349BCA7BDE77039C08
232.exe	18B1D63ED13CA3C62550BB33723D29AD
com_4.exe	20E99F4012C52122E14C40F6D1C3433E
DUP_N.exe	8CE722495CE3239DF8602E8F82AA4FC6
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

8.2.2 Опробование ИК Каскад-РХИ-2

8.2.2.1 Включить питание системы и запустить ее программное обеспечение.

8.2.2.2 Для опробования выбранного ИК подать на его вход с помощью средств поверки значения сигналов, соответствующие нижнему и верхнему пределам измерений ИК (схемы поверки представлены в соответствующих разделах по определению метрологических характеристик ИК), наблюдая изменение показаний для выбранного ИК на экране монитора, убедиться в том, что они соответствуют ожидаемым значениям.

8.2.2.3 Результаты опробования считать удовлетворительными, если показания ИК изменяются при изменении сигнала на его входе и соответствуют ожидаемым значениям.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение метрологических характеристик ИК

9.1.1 Поверку проводить комплектным или поэлементным способом.

9.2 Определение погрешности ИК силы от тяги двигателя

9.2.1 Поверку ИК силы от тяги (прямой) двигателя проводить по документу ОСТ 1 02517-84 «Отраслевая система обеспечения измерений. Силоизмерительные системы испытательных стендов. Методика поверки».

9.2.2 Поверку ИК силы от тяги (обратной) двигателя проводить по документу ОСТ 1 02517-84. При этом оценивать только абсолютную погрешность измерений.

9.2.3 Результаты поверки для прямой тяги считать положительными, если: приведенная погрешность ИК не превышает 0,5 % от ВП в диапазоне от 0 до 88,3 кН (от 0 до 9000 кгс), относительная погрешность не превышает 0,5 % от ИЗ в диапазоне от 88,3 до 176,5 кН (от 9000 до 18000 кгс). Результаты поверки обратной тяги считать положительными, если абсолютная погрешность ИК не превышает $\pm 0,44$ кН.

9.2.4 При несоблюдении условий п. 9.2.3 проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.3 Определение погрешностей ИК расходов массового и объемного

9.3.1 Определение погрешности ИК массового расхода топлива

9.3.1.1 Определение погрешности ИК массового расхода топлива проводить поэлементным способом в 2 этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

2 этап – проверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений).

9.3.1.2 Для контроля (оценки) ПП:

9.3.1.2.1. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.3.1.2.2. Проверить наличие действующего свидетельства о поверке ПП и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.3.1.3 Поверку электрической части ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.3.1.3.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 1, для чего на вход электрической части ИК вместо расходомера Rotamass RCCS36 подключить калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 в режиме воспроизведения силы постоянного тока (в диапазоне от 4 до 20 мА).



Рисунок 1 – Схема поверки ИК массового расхода топлива

9.3.1.3.2. Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.3.1.3.3. Установить при помощи калибратора ряд значений силы постоянного тока, соответствующих расходу и равномерно распределённых в диапазоне выходных значений силы тока ПП. Число поверяемых точек должно быть не менее пяти с одним циклом нагружения. Рекомендованные значения силы тока и соответствующего им расхода приведены в таблице 9.3.1. Таблица 9.3.1 – Контрольные точки для поверки ИК массового расхода топлива

Наименование ИК (измеряемого параметра)	ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения силы тока – $I_{КТ}$ (массового расхода – $G_{КТ}$) в КТ, [мА] ([кг/ч])
Массовый расход топлива (Параметр: Gт)	от 437,5 до 7000 кг/ч	9	5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20 (437,5; 875; 1750; 2625; 3500; 4375; 5250; 6125; 7000)

9.3.1.3.4. Поочередно для всех номинальных значений расхода в КТ ($G_{КТ}$) провести измерения. При необходимости можно выбирать другие КТ, силу постоянного тока, соответствующую расходу на входе в электрическую часть ИК в КТ ($I_{КТ}$), в этом случае следует рассчитывать

по формуле: $I_{\text{КТ}} = 4 + 16 \cdot \left| \frac{G_{\text{КТ}} - G_{\text{НП}}}{G_{\text{НП}} - G_{\text{ВП}}} \right|$ [мА], где $G_{\text{НП}}$ и $G_{\text{ВП}}$ – значения расхода, при которых Rotamass RCCS36 имеет на выходе 4 и 20 мА соответственно.

9.3.1.3.5. Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.3.1.4 Результаты поверки ИК массового расхода топлива считать положительными, если:

9.3.1.4.1. ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, оставшийся срок действия поверки не менее 1 года;

9.3.1.4.2. Погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.3.1.4.3. Выполнение п.п. 9.3.1.4.1 и 9.3.1.4.2 обеспечивает выполнение установленных требований к суммарной погрешности (приведенных в приложении А настоящего документа) для соответствующего ИК.

9.3.1.5 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.3.1.4, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.3.2 Определение погрешности ИК объемного расхода (прокачки) жидкостей

9.3.2.1 Определение погрешности каждого ИК объемного расхода (прокачки) жидкостей проводить поэлементным способом в 2 этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

2 этап – проверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений).

9.3.2.2 Для контроля (оценки) ПП:

9.3.2.2.1. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.3.2.2.2. Проверить наличие действующего свидетельства о поверке ПП и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.3.2.3 Поверку электрической части ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.3.2.3.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 2, для чего на вход электрической части ИК вместо турбинного преобразователя расхода ТПР подключить генератор сигналов низкой частоты ГЗ-110.



Рисунок 2 – Схема поверки ИК объемного расхода (прокачки) жидкости

9.3.2.3.2. Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.3.2.3.3. Установить при помощи генератора электрических сигналов типа ГЗ-110 ряд значений частоты, соответствующих по градуировочной характеристики ТПР (рекомендуется руководствоваться результатами из протокола крайней поверки ПП) ряду значений расхода (G_{KT}) равномерно распределённых в диапазоне измерений. Число поверяемых точек в диапазоне изменений должно быть не менее пяти с одним циклом нагружения.

9.3.2.3.4. Поочередно для всех номинальных значений расхода в КТ (G_{KT}) провести измерения.

9.3.2.3.5. Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.3.2.4 Результаты поверки ИК объемного расхода (прокачки) жидкости считать положительными, если:

9.3.2.4.1. ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, оставшийся срок действия поверки не менее 1 года;

9.3.2.4.2. Погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.3.2.4.3. Выполнение п.п. 9.3.2.4.1 и 9.3.2.4.2 обеспечивает выполнение установленных требований к суммарной погрешности (приведенных в приложении А настоящего документа) для соответствующего ИК.

9.3.2.5 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.3.2.4, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.4 Определение погрешностей ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов

9.4.1 Определение погрешности каждого ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов выполнить в указанной ниже последовательности:

9.4.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 3, для чего ко входу электрической части ИК подключить генератор сигналов низкой частоты ГЗ-110.



Рисунок 3 – Схема поверки ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов

9.4.1.2 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.4.1.3 Установить при помощи генератора ряд значений частоты переменного тока, соответствующих частоте вращения роторов и равномерно распределённых в диапазоне измерения. Число поверяемых точек должно быть не менее пяти с одним циклом нагружения. Рекомендованные значения частот переменного тока $F_{КТ}$ и соответствующих им частот вращения роторов $N_{КТ}$ приведены в таблице 9.4.1.

Таблица 9.4.1 – Контрольные точки для поверки ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов

Наименование ИК (измеряемого параметра)	ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения частоты переменного тока – $F_{КТ}$ (частоты вращения роторов – $N_{КТ}$) в КТ, [Гц] ([об/мин])
Частота вращения ротора вентилятора (Параметр: $N_в$)	от 0 до 5333,33 Гц (от 0 до 5000 об/мин)	6	0; 1066,67; 2133,33; 3200; 4266,67; 5333,33 (0; 1000; 2000; 3000; 4000; 5000)
Частота вращения ротора КВД (Параметр: $N_{квд}$)	от 0 до 7807,8 Гц (от 0 до 13000 об/мин)		0; 1201,2; 3003; 4804,8; 7807,81 (0; 2000; 5000; 8000; 11000; 13000)

9.4.1.4 Поочередно для всех номинальных значений частоты переменного тока в КТ (частоты вращения роторов) провести измерения. При необходимости можно выбирать другие КТ, частоту переменного тока, соответствующую частоте вращения роторов, в этом случае следует рассчитывать по формулам: $F_{КТ} = N_{КТ}/0,9375$ – для ИК частоты вращения ротора вентилятора, $F_{КТ} = N_{КТ}/1,665$ – для ИК частоты вращения ротора КВД.

9.4.1.5 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.4.1.6 Результаты поверки ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов, считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.4.1.7 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.4.1.6, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.5 Определение погрешностей ИК абсолютных, избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред

9.5.1 ИК атмосферного давления представлен барометром рабочим сетевым БРС-1М (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений – 16006-97), который подключается по цифровому интерфейсу и поверяется автономно в соответствии с документом МИ 2699-2001 «ГСИ. Барометры вибрационные частотные. Методика поверки».

9.5.1.1 Результаты поверки ИК атмосферного давления считать положительными, если барометр рабочей сетевой БРС-1М имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.5.1.2 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.5.1.1, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.5.2 Поверку каждого ИК избыточных и разности давлений комплектным способом выполнять в указанной ниже последовательности:

9.5.2.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.5.2.2 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 4, для чего ко входу ПП (или магистрали давления) подключить средство поверки (Метран 503, МП-60 или задатчик давления с образцовым манометром).



Рисунок 4 – Схема поверки ИК избыточных и разности давлений комплектным способом

9.5.2.3 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

Примечание – диапазон используемого эталона не должен быть меньше диапазона поверяемого ИК (при поверке ИК в полном объеме), а соотношение погрешности между эталоном и поверяемым ИК следует выбирать исходя из Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления.

9.5.2.4 Установить при помощи средства поверки ряд значений давления, равномерно распределённых в диапазоне измерения ИК. Поочередно для всех номинальных значений давлений в КТ провести измерения. Число КТ должно быть не менее пяти. Рекомендуется выполнить 3 цикла измерений (количество циклов может быть скорректировано по результатам первичной и периодической поверок).

9.5.2.5 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.5.2.6 Результаты поверки ИК избыточных и разности давлений считать положительными если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.5.2.7 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.5.2.6, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.5.3 Поверку каждого ИК избыточных и разности давлений поэлементным способом выполнять в 2 этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений).

9.5.3.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.5.3.1.1. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.5.3.1.2. Для каждого ПП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.5.3.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.5.3.2.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 5, для чего на вход электрической части ИК вместо преобразователя давления подключить калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 в режиме воспроизведения силы постоянного тока (в диапазоне от 4 до 20 мА) или напряжения постоянного тока (в диапазоне от 0 до 10 В) – в зависимости от типа подключения ПП.



Рисунок 5– Схема поверки ИК избыточных и разности давлений поэлементным способом

9.5.3.2.2. Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.5.3.2.3. Поочередно для всех номинальных значений давлений в КТ ($P_{кт}$) (не менее 5 значений, равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, при этом силу постоянного тока $I_{кт}$ (или напряжение постоянного тока $U_{кт}$), соответствующую давлению на входе электрической части ИК в КТ, устанавливать с помощью калибратора: $I_{кт} = 4 + 16 \cdot \frac{P_{кт} - P_{нп}}{P_{нп} - P_{вп}}$ [мА] ($U_{кт} = 10 \cdot \frac{P_{кт} - P_{нп}}{P_{нп} - P_{вп}}$ [В]), где $P_{нп}$ и $P_{вп}$ – давления, соответствующие нижнему и верхнему пределам измерения ПП ИК.

9.5.3.2.4. Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.5.3.3 Результаты поверки ИК избыточного давления и давления-разряжения газообразных и жидких сред считать положительными, если:

9.5.3.3.1. ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, оставшийся срок действия поверки не менее 1 года;

9.5.3.3.2. Погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.5.3.4 Выполнение п.п. 9.5.3.3.1 и 9.5.3.3.2 обеспечивает выполнение установленных требований к суммарной погрешности (приведенных в приложении А настоящего документа) для соответствующего ИК.

9.5.3.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.5.3.4, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.6 Определение погрешности ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК

9.6.1 Поверку каждого ИК поэлементным способом выполнять в 2 этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений).

9.6.1.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.6.1.1.1. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.6.1.1.2. Для каждого ПП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.6.1.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.6.1.2.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 6, для чего на вход электрической части ИК вместо ПП подключить калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 в режиме эмуляции сигналов от термоэлектрических преобразователей (НСХ: ТХА(К), ТХК(L) по ГОСТ Р 8.585-2001 – в зависимости от ПП ИК).

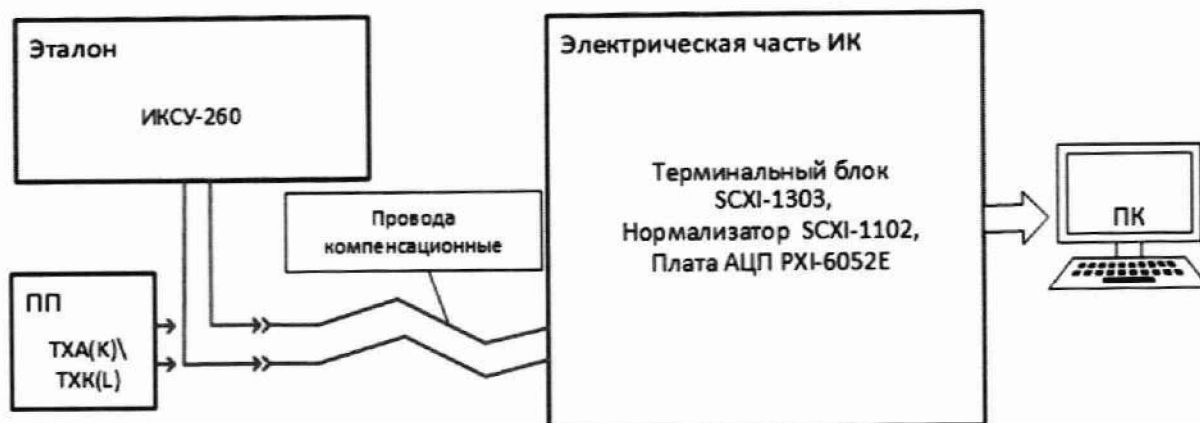


Рисунок 6 – Схема поверки ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК поэлементным способом

9.6.1.2.2. Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.6.1.2.3. Поочередно для всех номинальных значений температуры в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, при этом напряжение постоянного тока, соответствующее температуре в КТ для термоэлектрического преобразователя типа ТХА/ТХК, задавать с помощью калибратора (в режиме эмуляции с автоматической компенсацией температуры холодного спая).

9.6.1.2.4. Определить погрешность электрической части ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.6.1.3 Результаты поверки ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК считать положительными, если:

9.6.1.3.1. ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;

9.6.1.3.2. Погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа;

9.6.1.4 Выполнение п.п. 9.6.1.3.1 и 9.6.1.3.2 обеспечивает выполнение установленных требований к суммарной погрешности (приведенных в приложении А настоящего документа) для соответствующего ИК.

9.6.1.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.6.1.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлжет внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.6.2 Поверку каждого ИК комплектным способом выполнять в указанной ниже последовательности:

9.6.2.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.6.2.2 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 7, для чего ПП поместить в термостатирующий блок калибратора температуры.



Рисунок 7 – Схема поверки ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК комплектным способом

9.6.2.3 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.6.2.4 Поочередно для всех номинальных значений температуры в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, температуру на входе ИК устанавливать с помощью калибратора температуры.

9.6.2.5 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.6.2.6 Результаты поверки ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК считать положительными если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.6.2.7 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.6.2.6, в указанной ниже последовательности.

9.7 Определение погрешностей ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления)

9.7.1 Поверку каждого ИК поэлементным способом выполнять в 2 этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений).

9.7.1.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.7.1.1.1. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.7.1.1.2. Для каждого ПП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.7.1.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.7.1.2.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 8, для чего на вход электрической части ИК вместо ПП подключить калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 в режиме воспроизведения сигналов от термопреобразователей сопротивления (НСХ – 100П по ГОСТ 6651-2009).



Рисунок 8 – Схема поверки ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления) поэлементным способом

9.7.1.2.2. Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора. При настройке в поле «Контрольные точки» (далее – КТ) установить не менее 5 значений температуры, равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения.

9.7.1.2.3. Установить при помощи калибратора ряд значений температуры (сопротивления постоянному току, соответствующего температуре), равномерно распределенных по диапазону ИК включая верхнее и нижнее значения. Число поверяемых точек должно быть не менее пяти с одним циклом нагружения. Поочередно для всех номинальных значений температуры в КТ провести измерения.

9.7.1.2.4. Определить погрешность электрической части ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.7.1.3 Результаты поверки ИК температур газообразных и жидких сред считать положительными, если:

9.7.1.3.1. ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, оставшийся срок действия поверки не менее 1 года;

9.7.1.3.2. Погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.7.1.4 Выполнение п.п. 9.7.1.3.1 и 9.7.1.3.2 обеспечивает выполнение установленных требований к суммарной погрешности (приведенных в приложении А настоящего документа) для соответствующего ИК.

9.7.1.5 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.7.1.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.7.2 Поверку каждого ИК комплектным способом выполнять в указанной ниже последовательности:

9.7.2.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.7.2.2 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 9, для чего ПП поместить в термостатирующий блок калибратора температуры.



Рисунок 9 – Схема поверки ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления) комплектным способом

9.7.2.3 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора. При настройке в поле «Контрольные точки» установить не менее 5 значений температуры, равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения.

9.7.2.4 Поочередно для всех номинальных значений температуры в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, температуру на входе ИК устанавливать с помощью калибратора температуры.

9.7.2.5 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.7.2.6 Результаты поверки ИК температуры газообразных и жидких сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления) считать положительными если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.7.2.7 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.2.8, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.8 Определение погрешностей ИК температуры атмосферного воздуха

9.8.1 ИК температуры атмосферного воздуха представлен измерителем влажности и температуры ИВТМ-7, который подключается по цифровому интерфейсу и поверяется автономно в соответствии с документом МП 2411-0151-2018 «ГСИ. Измерители влажности и температуры ИВТМ-7. Методика поверки».

9.8.2 Результаты поверки ИК температуры атмосферного воздуха считать положительными, если измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.8.3 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.8.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.9 Определение погрешностей ИК сигналов от датчиков температуры (ТЭДС термопар, соответствующих температуре)

9.9.1 Поверку каждого ИК выполнять в указанной ниже последовательности:

9.9.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 10, для чего на вход электрической части ИК вместо ПП подключить калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 в режиме эмуляции сигналов от термоэлектрических преобразователей (НСХ: ТХА(К), ТХК(L) по ГОСТ Р 8.585-2001 – в зависимости от ПП ИК).

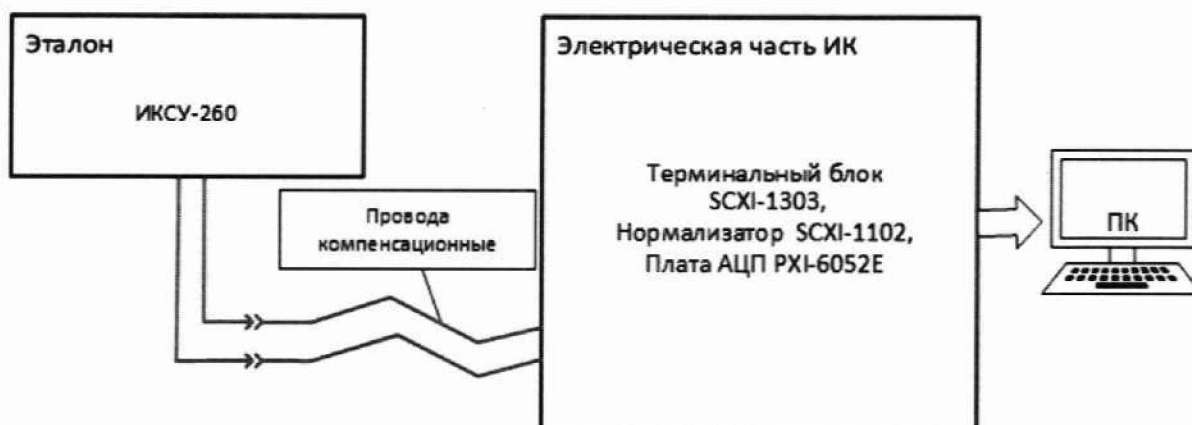


Рисунок 10 – Схема поверки ИК сигналов от датчиков температуры (ТЭДС термопар, соответствующих температуре)

9.9.1.2 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.9.1.3 Поочередно для всех номинальных значений температуры в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, при этом напряжение постоянного тока, соответствующее температуре в КТ для термоэлектрического преобразователя типа ТХА/ТХК, задавать с помощью калибратора (в режиме эмуляции с автоматической компенсацией температуры холодного спая).

9.9.1.4 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.9.1.5 Результаты поверки ИК ИК сигналов от датчиков температуры (ТЭДС термопар, соответствующих температуре) считать положительными, погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.9.1.6 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.9.1.5, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.10 Определение погрешностей ИК относительной влажности атмосферного воздуха

9.10.1 ИК относительной влажности атмосферного воздуха представлен измерителем влажности и температуры ИВТМ-7, который подключается по цифровому интерфейсу и проверяется автономно в соответствии с документом МП 2411-0151-2018 «ГСИ. Измерители влажности и температуры ИВТМ-7. Методика поверки.».

9.10.2 Результаты поверки ИК температуры атмосферного воздуха считать положительными, если измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.10.3 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.10.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.11 Определение погрешностей ИК напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока

9.11.1 Определение погрешности ИК фазового напряжения в цепи нагрузки генератора переменного тока проводить в указанной ниже последовательности:

9.11.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 11, для чего ко входу электрической части ИК подключить калибратор многофункциональный Transmille 3041 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока.



Рисунок 11 – Схема поверки ИК фазового напряжения в цепи нагрузки генератора переменного тока

9.11.1.2 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.11.1.3 Поочередно для всех номинальных значений напряжения переменного тока в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону ИК, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, при этом напряжение переменного тока задавать с помощью калибратора на частоте 400 Гц.

9.11.1.4 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.11.1.5 Результаты поверки ИК фазового напряжения в цепи нагрузки генератора переменного тока считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.11.1.6 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.11.1.5, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.11.2 Определение погрешности ИК частоты тока на клеммах контактора нагрузки генератора переменного тока проводить в указанной ниже последовательности:

9.11.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 12, для чего ко входу электрической части ИК подключить генератор сигналов низкой частоты ГЗ-110.



Рисунок 12 – Схема поверки ИК частоты тока на клеммах контактора нагрузки генератора переменного тока

9.11.2.2 Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.11.2.3 Поочередно для всех номинальных значений частоты переменного тока в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, при этом частоту переменного тока задавать с помощью генератора.

9.11.2.4 Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.11.2.5 Результаты поверки ИК частоты тока на клеммах контактора нагрузки генератора переменного тока считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.11.2.6 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.11.2.5, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.11.3 Определение погрешности ИК силы тока в цепи нагрузки генератора переменного тока проводить в 2 этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

2 этап – проверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений).

9.11.3.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.11.3.1.1. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.11.3.1.2. Для каждого ПП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

9.11.3.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.11.3.2.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13, для чего ко входу электрической части ИК подключить калибратор многофункциональный Transmille 3041 в режиме воспроизведения силы переменного тока.



Рисунок 13 – Схема поверки ИК силы тока в цепи нагрузки генератора переменного тока

9.11.3.2.2. Включить питание системы и загрузить операционную систему. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК в соответствии с руководством оператора.

9.11.3.2.3. Поочередно для всех номинальных значений переменного тока, соответствующего переменному току в цепи нагрузки генератора в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения) провести измерения, при этом силу переменного тока задавать с помощью калибратора (соотношение силы переменного тока калибратора к силе тока в цепи нагрузки генератора – 1:100).

9.11.3.2.4. Определить погрешность ИК в КТ в соответствии с разделом 10 настоящей методики.

9.11.3.3 Результаты поверки ИК силы тока в цепи нагрузки генератора переменного тока считать положительными если:

9.11.3.3.1. ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, оставшийся срок действия поверки не менее 1 года;

9.11.3.3.2. Погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящего документа.

9.11.3.4 Выполнение п.п. 9.11.3.3.1 и 9.11.3.3.2 обеспечивает выполнение установленных требований к суммарной погрешности (приведенных в приложении А настоящего документа) для соответствующего ИК.

9.11.3.5 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.11.3.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

При поверке с использованием ПО, обработка результатов измерений происходит автоматически.

При необходимости, возможно проводить обработку полученных результатов согласно описанию ниже:

10.1 Обработка результатов измерений

10.1.1 Расчет абсолютной погрешности ИК

Значение абсолютной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = \pm |A_j - A_{jэ}| \quad (10.1)$$

где A_j – измеренное значение физической величины в j -той точке;

$A_{jэ}$ – значение физической величины, установленное рабочим эталоном в j -той точке.

10.1.2 Определение относительной погрешности ИК

Значение относительной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\delta_j = \pm \left| \frac{\Delta A_j}{A_{jэ}} \right| \cdot 100\% \quad (10.2)$$

10.1.3 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности ИК

Значения приведенной (к ДИ) погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{jд} = \pm \frac{\Delta A_j}{|P_B - P_H|} \cdot 100\% \quad (10.3)$$

где P_B – значение верхнего предела измерений;

P_H – значение нижнего предела измерений.

10.1.4 Расчет значения приведенной (к ВП) погрешности ИК

Значения приведенной к верхнему пределу погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{jв} = \pm \frac{\Delta A_j}{P_B} \cdot 100\% \quad (10.4)$$

10.1.5 Расчет значения максимальной суммарной с ПП погрешности ИК

Значение максимальной, суммарной с ПП, (абсолютной, относительной или приведенной) погрешности ИК, определить по формуле:

$$\theta_c = \pm (|\theta_{пп}| + |\widehat{\theta A}|) \quad (10.5)$$

где $\theta_{пп}$ – значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) первичного преобразователя;

$\widehat{\theta A}$ – максимальное значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) измерений электрической части ИК.

10.2 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия системы метрологическим требованиям

10.2.1 Результаты поверки ИК Каскад-РХІ-2 считать положительными, если границы погрешности измерений ИК по результатам поверки находятся в допусках, указанных в Приложении А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего её на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке и (или) вносит запись о проведенной поверке в паспорт (формуляр). В случае отрицательных результатов поверки выдает извещения о непригодности к применению.

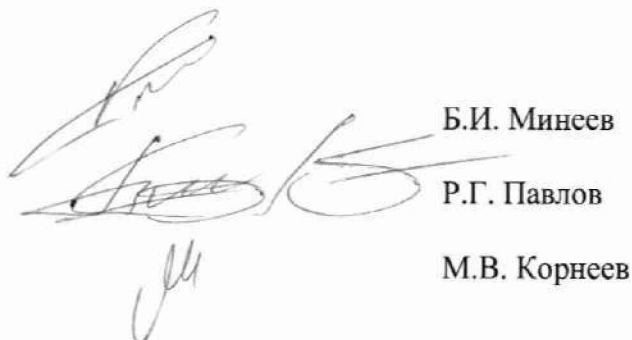
11.3 В случае отрицательных результатов поверки после устранения причин неисправности проводится повторная поверка в соответствии с требованиями настоящей методики.

11.4 Требования по защите Каскад-РХИ-2 от несанкционированного вмешательства, которое может повлечь изменение метрологических характеристик, обеспечиваются ограничением доступа к месту установки системы и запиранием ключом замков на дверях шкафов.

Главный метролог, начальник отдела
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

Заместитель начальника отдела

Начальник сектора



Б.И. Минеев
Р.Г. Павлов
М.В. Корнеев

Метрологические характеристики Каскад-РХІ-2

Таблица А1 – Метрологические характеристики системы

Измеряемые параметры (обозначение в системе)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности и способ поверки (для ИК без возможности поэлементной поверки)		
		Первичного преобразователя	Электрической части ИК	Всего ИК
1	2	3	4	5
ИК силы от тяги двигателя				
Тяга двигателя ПС-90А (прямая) (Параметр: <i>R приб</i>)	от 0 до 88,3 кН (от 0 до 9000 кгс)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ВП
	от 88,3 до 176,5 кН (от 9000 до 18000 кгс)			±0,5 % от ИЗ
Тяга двигателя ПС-90А (обратная) (Параметр: <i>R приб</i>)	от 0 до 41,2 кН (от 0 до 4200 кгс)			±0,44 кН
ИК расходов массового и объемного				
Массовый расход топлива (Параметр: <i>Gm</i>)	от 437,5 до 1750 кг/ч	±0,1 % от ИЗ	±0,4 % от ИЗ	±1,0 % от ИЗ
	от 1750 до 7000 кг/ч			±0,5 % от ИЗ
Расход (прокачка) масла через двигатель (Параметр: <i>Gm</i>)	от 15 до 60 л/мин	±0,4 % от ИЗ	±2 % от ВП	±3 % от ВП
Расход (прокачка) рабочей жидкости (НГЖ) через г/н № 1, № 2 (Параметры: <i>G г/ж1</i> ; <i>G г/ж2</i>)	от 24 до 200 л/мин	±0,4 % от ИЗ	±2 % от ВП	±3 % от ВП
Расход (прокачка) рабочей жидкости (АМГ) через г/н № 1 (Параметры: <i>G гн 76 reg</i>)	от 24 до 200 л/мин	±0,4 % от ИЗ	±2 % от ВП	±3 % от ВП
Расход (прокачка) рабочей жидкости (АМГ) через гидронасос (малый расход) (Параметр: <i>G гн 76 min</i>)	от 2 до 9 л/мин	±1 % от ИЗ	±2 % от ВП	±3 % от ВП

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5
ИК частоты переменного тока, соответствующие частоте вращения роторов				
Частота вращения ротора вентилятора (<i>Параметр: Nв</i>)	от 0 до 5333,33 Гц (от 0 до 5000 об/мин)	Только комплектная поверка		±0,1 % от ВП
Частота вращения ротора КВД (<i>Параметр: Nквд</i>)	от 0 до 7807,8 Гц (от 0 до 13000 об/мин)	Только комплектная поверка		±0,1 % от ВП
ИК абсолютных, избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред				
Полное давление воздуха за вентилятором (<i>Параметры: Pв 203; Pв 204; Pв 205; Pв 206; Pв 207</i>)	от 0 до 73,5 кПа (от 0 до 0,75 кгс/см ²)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ВП
Полное давление воздуха за опорными ступенями (<i>Параметры: Pнс 200; Pнс 201; Pнс 202</i>)	от 0 до 127,5 кПа (от 0 до 1,3 кгс/см ²)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ВП
Полное давление воздуха за КВД (<i>Параметры: Pк 305; Pк 306; Pк 307</i>)	от 0 до 3,53 МПа (от 0 до 36 кгс/см ²)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ВП
Статическое давление воздуха за КВД (<i>Параметр: Pк 308</i>)	от 0 до 3,53 МПа (от 0 до 36 кгс/см ²)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ВП
Перепад между атмосферным давлением и полным давлением на входе в РМК (<i>Параметры: Pв 122; Pв 123</i>)	от 0 до 2,0 кПа (от 0 до 203,944 мм вод.ст.)	Только комплектная поверка		±5 мм вод. ст.
Перепад между полным давлением на входе в РМК (зам. 122, 123) и статическим давлением в мерном сечении (зам. 13ср., 14ср.) (<i>Параметры: ДРв122-13; ДРв123-14</i>)	от 0 до 8,0 кПа (от 0 до 815,776 мм вод. ст.)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ВП
	от 8,0 до 20,0 кПа (от 815,776 до 2039,44 мм вод. ст.)	Только комплектная поверка		±0,5 % от ИЗ

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5
Перепад между атмосферным давлением и полным давлением воздуха на входе в двигатель (Параметр: $P_v 120$)	от 0 до 1,5 кПа (от 0 до 152,958 мм вод. ст.)	Только комплектная поверка		±5 мм вод. ст.
Перепад между атмосферным давлением и полным давлением в испытательном боксе (Параметр: $P_v 121$)	от 0 до 1,5 кПа (от 0 до 152,958 мм вод. ст.)	Только комплектная поверка		±5 мм вод. ст.
Давление воздуха перед воздушным стартером (Параметр: $P_{вх СтВ}$)	от 0 до 1,0 МПа (от 0 до 10 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление топлива на входе в двигатель (Параметр: $P_m ВХ$)	от 0 до 294,2 кПа (от 0 до 3 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление топлива на входе в НР-90 (Параметр: $P_m НР$)	от 0 до 1,18 МПа (от 0 до 12 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление жидкости на входе в г/н № 1, № 2, № 3 (Параметры: $P_{вх г/н1}$; $P_{вх г/н2}$; $P_m вх гн (76)$)	от 0 до 588,4 кПа (от 0 до 6 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление жидкости на выходе из г/н № 1, № 2, № 3 (Параметры: $P_{вых г/н1}$; $P_{вых г/н2}$; $P_m вых гн (76)$)	от 0 до 24,52 МПа (от 0 до 250 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление масла на входе в двигатель ПС-90А (Параметр: $P_m вх$)	от 0 до 0,59 МПа (от 0 до 6 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление воздуха на фланце отбора воздуха на ПОС (Параметр: $P_v пос$)	от 0 до 784,5 кПа (от 0 до 8 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Давление в мерной емкости перед отбором проб системы СОП (Параметр: P_{con1} ; P_{con2} ; P_{con3})	от 0 до 0,4 МПа (от 0 до 4 кгс/см ²)	$\pm \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп}$	$\pm \left \gamma_{ик} - \frac{ДИ_{пп}}{ДИ_{ик}} \cdot \gamma_{пп} \right $	±1 % от ВП
Атмосферное давление (Параметр: P_n)	от 93 до 107 кПа	(поверяется автономно)		±67,0 Па

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5
ИК температуры газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа ТХА, ТХК				
Температура воздуха на фланце отбора воздуха на ПОС (<i>Параметр: T_{в пос}</i>)	от 0 до 600 °С	±0,75 % от ВП	±0,25 % от ВП	±1 % от ВП
Температура воздуха на входе в воздушный стартер (<i>Параметр: T_{вх СтВ}</i>)	от - 40 до 300 °С	±0,75 % от ДИ	±0,25 % от ДИ	±1 % от ДИ
ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления)				
Температура воздуха на входе в двигатель (<i>Параметры: T_{вх 105}; T_{вх 106}; T_{вх 107}; T_{вх 108}; T_{вх 109}; T_{вх 110}</i>)	от 223 до 323 К	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$, где <i>t</i> выражено в °С	±0,19 % от ИЗ	±0,3 % от ИЗ
Температура топлива на входе в двигатель (<i>Параметр: T_{т вх дв}</i>)	от -50 °С до +50 °С	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$, где <i>t</i> выражено в °С	±1 % от ВП	±1,5 % от ВП
Температура жидкости (НГЖ) на входе в гидронасос (<i>Параметр: T_{вх г/н1}</i>)	от -50 °С до +100 °С	$\pm(0,3 + 0,005 \cdot t)$, где <i>t</i> выражено в °С	±0,7 % от ВП	±1,5 % от ВП
Температура жидкости (АМГ) на входе в гидронасос (<i>Параметр: T_{т амг}</i>)	от -50 °С до +100 °С	$\pm(0,3 + 0,005 \cdot t)$, где <i>t</i> выражено в °С	±0,7 % от ВП	±1,5 % от ВП
Температура воздуха в мерной емкости системы СОП (<i>Параметр: T_{соп1}; T_{соп2}; T_{соп3}</i>)	от -50 °С до +50 °С	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$, где <i>t</i> выражено в °С	±0,5 % от ВП	±1 % от ВП
ИК температуры атмосферного воздуха				
Температура окружающего воздуха (<i>Параметр: T_н</i>)	от 233 до 323 К	(поверяется автономно)		±0,5 % от ИЗ

Окончание таблицы А1

1	2	3	4	5
ИК сигналов от датчиков температуры (ТЭДС термопар, соответствующих температуре)				
Температура воздуха за вентилятором (Параметры: T_v 223; T_v 224; T_v 225; T_v 226; T_v 227)	от -40 °С до +90 °С (от -2,431 до 6,133 мВ)	-	±1 % от ДИ	±1 % от ДИ
Температура воздуха за подпорными ступенями (Параметры: T_{nc} 220; T_{nc} 221; T_{nc} 222)	от -40 °С до +130 °С (от -2,431 до 9,097 мВ)	-	±1 % от ВП	±1 % от ВП
Температура воздуха за КВД (Параметры: T_v 325; T_v 326; T_v 327)	от 0 °С до 650 °С (от 0 до 53,492 мВ)	-	±1 % от ВП	±1 % от ВП
Температура газа за турбиной средняя по 10 термопарам Т-99 (Параметр: T_m 555)	от 0 °С до 650 °С (от 0 до 27,025 мВ)	-	±1 % от ВП	±1 % от ВП
ИК относительной влажности атмосферного воздуха				
Относительная влажность атмосферного воздуха (Параметр: RH)	от 0 % до 99 %	(поверяется автономно)		±2 % от ВП
ИК напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока				
Фазовое напряжение в цепи нагрузки генератора переменного тока (Параметры: $U_{ген1}$; $U_{ген2}$; $U_{ген3}$)	от 0 до 150 В	-	±2,5 % от ВП	±2,5 % от ВП
Сила тока в цепи нагрузки генератора переменного тока (Параметры: $A_{ген1}$; $A_{ген2}$; $A_{ген3}$)	от 0 до 500 А	±0,5 % от ВП	±1 % от ВП	±1 % от ВП
Частота тока на клеммах контактора нагрузки генератора переменного тока (Параметр: $F_{ген}$)	от 350 до 450 Гц	-	±1 % от ВП	±1 % от ВП

Примечания:

1 ВП – верхний предел измерения;

2 ИЗ – измеряемое значение;

3 ДИ – диапазон измерений;

4 пп/ик – для первичного преобразователя и всего ИК соответственно (например, ДИ_{ик} – диапазон измерений первичного преобразователя).