

**СОГЛАСОВАНО**

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



*[Signature]*  
В.Г. Марков

« 18 » 10 2023 г.

ГСИ. Системы автоматизированного сбора и обработки информации

DAS-2-27/28.

Методика поверки

МП DAS-2-27/28

Москва  
2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения и условные обозначения .....	3
1 Общие положения .....	4
2 Перечень операций поверки средства измерений .....	6
3 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	7
4 Требования к условиям проведения поверки.....	9
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	10
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
8.1 Подготовка к поверке .....	13
8.2 Опробование и проверка программного обеспечения .....	13
9 Определение метрологических характеристик средства измерений .....	14
9.1 Определение погрешности ИК МИС .....	14
9.2 Определение погрешности ИК МИРТ .....	15
9.3 Определение погрешности ИК МИД.....	16
9.4 Определение погрешности ИК МИТ .....	17
9.5 Определение погрешности ИК МИВиБ.....	19
9.6 Определение погрешности ИК МИЧВР .....	21
9.7 Определение погрешности ИК МИВ .....	21
9.8 Определение погрешности ИК МИНЧС.....	23
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	25
10.1 Обработка результатов измерений (общие подходы) .....	25
10.2 Обработка результатов измерений МИС.....	26
10.3 Обработка результатов измерений МИД.....	26
10.4 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия Систем метрологическим требованиям.....	27
11 Оформление результатов поверки.....	28
Приложение А.....	29

**ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

- МИС – модуль измерения силы от тяги двигателя;
- МИРТ – модуль измерения массового расхода топлива и масла;
- МИД – модуль измерения давления и перепада давления газа и жидкости;
- МИТ – модуль измерения температуры газа и жидкости;
- МИВиб – модуль измерения вибрации элементов двигателя;
- МИЧВР – модуль измерения частоты вращения роторов;
- МИВ – модуль измерения относительной влажности воздуха на входе в двигатель;
- МИНЧС – модуль измерения напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока;
- МХ – метрологические характеристики;
- МП – методика поверки;
- ПП – первичный преобразователь;
- ПИП – первичный измерительный преобразователь;
- ПО – программное обеспечение;
- ПК – персональный компьютер;
- КТ – контрольная точка;
- ИК – измерительный канал;
- ДИ – диапазон измерения;
- ВП – верхний предел измерения;
- НСХ – номинальная статическая характеристика;
- ПГУ – поверочно – градуировочное устройство;
- АИИС – автоматизированная информационно-измерительная система;
- ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- РЭ – руководство по эксплуатации;
- ФО – формуляр;
- СКО – среднеквадратическое отклонение случайной величины.

## 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) систем автоматизированного сбора и обработки информации DAS-2-27/28 (далее – системы, DAS-2-27/28), предназначенной для измерений параметров при испытаниях авиационных двигателей: абсолютных, избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред; температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления); температуры жидких и газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа (термоэлектрический преобразователь); расхода жидкости; частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов; напряжения, частоты и силы переменного трёхфазного тока; относительной влажности атмосферного воздуха; температуры атмосферного воздуха; силы от тяги двигателя; электрического заряда, соответствующего виброскорости в диапазоне преобразования ПИП, а также для отображения результатов измерений и расчетных величин и их регистрации в ходе проведения испытаний на стендах № 27 и № 28 ПАО «ОДК-Сатурн».

1.2 Функционально Системы включает в себя следующие ИК:

- ИК абсолютных, избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред;
- ИК температуры жидких и газообразных сред с ПИП терморезистивного типа (термометров сопротивления);
- температуры жидких и газообразных сред с ПИП термоэлектрического типа (термоэлектрический преобразователь);
- ИК расхода жидкости;
- ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов;
- ИК напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока;
- ИК относительной влажности атмосферного воздуха;
- ИК температуры атмосферного воздуха;
- ИК силы от тяги двигателя;
- ИК электрического заряда, соответствующего виброскорости в диапазоне преобразования ПИП.

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 методов прямых и косвенных 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 Системы обеспечивают прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

– ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

– ГЭТ 101-2011 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 декабря 2019 г. № 2900 «Об утверждении государственной

поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$  Па»;

– ГЭТ 23-2010 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

– ГЭТ 1-2022 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

– ГЭТ 151-2020 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2023 г. № 2415 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов»;

– ГЭТ 63-2019 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2356 «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 27-2009 и ГЭТ 89-2008 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706 «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»;

– ГЭТ 58-2018 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения»;

– ГЭТ 88-2014 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 100А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц»;

– 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 14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

– ГЭТ 13-2023 ГПЭ единицы электрического напряжения в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

– ГЭТ 25-79 ГПЭ единицы электрической емкости - фарада утвержден Постановлением Госстандарта России от 20.12.1979 № 222;

– ГЭТ 32-2011 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы».

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 систем, приведен в Таблица 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
3 Определение метрологических характеристик средства измерений:	9	да	да
3.1 Определение погрешности ИК МИС	9.1	да	да
3.2 Определение погрешности ИК МИРТ	9.2	да	да
3.3 Определение погрешности ИК МИД	9.3	да	да
3.4 Определение погрешности ИК МИТ	9.4	да	да
3.5 Определение погрешности ИК МИВиБ	9.5	да	да
3.6 Определение погрешности ИК МИЧВР	9.6	да	да
3.7 Определение погрешности ИК МИВ	9.7	да	да
3.8 Определение погрешности ИК МИНЧС	9.8	да	да
4 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	10	да	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

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 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки (эталонные, средства измерений и вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства 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
<b>Основные средства поверки</b>		
3.1 (комплектно)	Средство поверки соответствующее 2 разряду по Приказу Росстандарта № 2498 от 22.10.2019 г. в диапазоне значений от 0 до 200 кН	Динамометр электронный ТМУ-200/0,5 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 53968-13)
3.2 (поэлементно)	Средство поверки соответствующее 5 разряду по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. в диапазоне значений от 0 до 10 кГц	Генератор сигналов низкой частоты ГЗ-136 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 44849-10)
3.3 (комплектно)	Средства поверки соответствующие 3 и 4 разрядам по Приказу Росстандарта № 2653 от 20.10.2022 г. в диапазоне от 0 до 4 МПа	Калибратор многофункциональный DPI 620 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 60401-15)
3.3 (поэлементно)	Средства поверки соответствующие 3 и 4 разрядам по Приказу Росстандарта № 2653 от 20.10.2022 г. в диапазоне от 0 до 4 МПа Средства поверки соответствующие 2 разряду по Приказу Росстандарта № 2653 от 20.10.2022 г. в диапазоне от 0 до 60 МПа	Калибратор многофункциональный DPI 620 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 60401-15) Манометр цифровой МО-05 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 54409-13)
3.4 (поэлементно)	Средство поверки соответствующее 2 разряду по Приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. в диапазоне значений от 4 до 20 мА; Средство поверки соответствующее 4 разряду по Приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г. в диапазоне значений от 0 до 180 Ом; Средство поверки соответствующее 3 разряду по Приказу № 1520 от 28.07.2023 г. в диапазоне значений от -3 до 55 мВ	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 56318-14)
3.5 (комплектно)	Средство поверки соответствующее 5 разряду по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. в диапазоне значений от 0 до 10 кГц;	Генератор сигналов низкой частоты ГЗ-136 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 5460-76); Генератор сигналов прецизионный 1510А (рег. номер в ФИФ ОЕИ 55868-13);

продолжение таблицы 2

	Средство поверки соответствующее 3 разряду по Приказу Росстандарта № 1706 от 18.08.2023 г. в диапазоне от 0 до 10 В; Образцовые меры емкости 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80	Калибратор универсальный Н4-17 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 46628-11); Мера емкости образцовая Р597 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 2684-70)
3.6 (комплектно)	Средство поверки соответствующее 5 разряду по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. в диапазоне значений от 0 до 10 кГц	Генератор сигналов низкой частоты ГЗ-136 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 44849-10)
1	2	3
3.7 (поэлементно)	Средство поверки соответствующее 2 разряду по Приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. в диапазоне значений от 4 до 20 мА	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 56318-14)
3.8 (поэлементно)	Средство поверки соответствующее 2 разряду по Приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. в диапазоне значений от 4 до 20 мА	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 56318-14)
Вспомогательные средства поверки		
2 и 3	Средство измерений условий окружающей среды: Прибор комбинированный Testo 622 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 53505-13)	
2 и 3	Средство измерений параметров электрического питания (напряжения и частоты переменного тока): Прибор электроизмерительный цифровой (мультиметр) ИМС-Ф1 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 49681-12)	

3.2 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).

3.3 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).



#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 Поверка должна проводиться в рабочих условиях эксплуатации систем.

4.2 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

Параметры электрического питания:

- напряжение переменного тока, В..... от 187 до 242
- частота переменного тока, Гц..... от 48 до 51

Рабочие условия в помещении пультовой:

- температура воздуха, °С..... от + 15 до + 35
- относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %..... до 80
- атмосферное давление, кПа..... от 84 до 106

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

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

5.1 К поверке систем допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на системы и входящие в их состав аппаратные и программные средства, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном организацией порядке.

5.2 К поверке систем допускаются лица, освоившие работу используемых средств поверки, изучившие настоящую методику и имеющие достаточную квалификацию.

## **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 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

6.2 Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

– 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 систем, 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 (питающиеся от сети), должны быть заземлены;

– работы по выполнению поверки систем 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 систем следующим требованиям:

– комплектность ИК должна соответствовать документации на системы (РЭ, ФО и т.п.);

– измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК систем 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;

– системы должны быть защищены 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 недостатков.

## **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 Системы к работе в соответствии с РЭ на Системы.

8.1.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 4.

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 2 часов в условиях, указанных в разделе 4;

- 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, относительная влажность воздуха и атмосферное давление).

### **8.2 Опробование и проверка программного обеспечения**

8.2.1 Идентификация ПО: убедиться в соответствии характеристик программного обеспечения приведенным ниже:

- идентификационное наименование – proDAS;

- номер версии– 1.9p;

- ID (цифровой идентификатор, алгоритм вычисления идентификатора - MD5):  
5e98e8ea1123718ab8c5e3b5320ba644.

8.2.2 Проверку программного обеспечения считать успешной, если идентификационные данные ПО соответствуют, указанным в п. 8.2.1. В противном случае поверку приостанавливают до устранения выявленных несоответствий.

8.2.3 Опробование каждого поверяемого ИК проводить в следующей последовательности:

8.2.3.1 Проверить конфигурацию ПО и убедиться, что градуировочная характеристика ИК соответствует установленным для него метрологическим характеристикам (НСХ первичного преобразователя, диапазон измерения, единицы измерения и т.п.).

8.2.3.2 С помощью средства поверки подать на вход ИК сигнал, соответствующий измеряемой величине и находящийся в пределах измерения, установленных для ИК; убедиться, что показания ИК меняются и отсутствуют сообщения об ошибках.

8.2.3.3 С помощью средства поверки подать на вход ИК сигналы, соответствующие верхнему и нижнему пределам измерения ИК, убедиться, что показания ИК при этом соответствуют ожидаемым.

Опробование каждого поверяемого ИК считать успешным, если не выявлено несоответствий по пунктам 8.2.3.1 – 8.2.3.3. В противном случае поверку приостанавливают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий систем в части неисправных ИК бракуется.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка ИК систем проводится комплектным или поэлементным способом.

### 9.1 Определение погрешности ИК МИС

Поверку ИК силы от тяги двигателя допускается проводить, руководствуясь документом ОСТ 1 02517-84 «Отраслевая система обеспечения измерений. Силоизмерительные системы испытательных стендов. Методика поверки».

Поверку ИК проводить в следующем порядке:

9.1.1 Смонтировать на стенде ПГУ и имитатор двигателя;

9.1.2 При разомкнутой силопередающей цепочке ПГУ обнулить показания ИК силы системы;

9.1.3 Установить имитатор (силопередающий стержень) в силовую цепочку вместо применяемого при поверке эталонного динамометра;

9.1.4 С помощью ПГУ (по показаниям стендовой системы) плавно нагрузить силоизмерительную систему максимально допустимой для ИК силой, дать выдержку 5 минут, плавно разгрузить;

9.1.5 Убедиться, что показания ИК вернулись к нулевому значению, в противном случае повторно обнулить показания и нагрузить еще раз, и демонтировать силопередающий стержень;

9.1.6 Установить эталонный динамометр нагрузить силоизмерительную систему максимально допустимой для ИК силой, дать выдержку 5 минут, плавно полностью разгрузить;

9.1.7 Обнулить показания терминала эталонного динамометра и ИК силы систем;

9.1.8 Задать регулярную последовательность из одиннадцати контрольных значений силы (с шагом  $\sim 10\%$  ДИ) от условного нуля (без нагрузки) до  $R_{max}$  (прямой ход) и от  $R_{max}$  до условного нуля (обратный ход) (с остановкой на каждой контрольной точке не менее чем на 5 секунд), произвести регистрацию показаний ИК и запись их в протокол.

9.1.9 Повторить работы по пункту 9.1.8 ещё четыре раза.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Считывание и регистрацию показаний производить после их установления.
- 2) При нагружении (разгрузке) ИК 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.
- 3) Перерыв между следующими друг за другом однократными градуировками не должен превышать 10 минут.
- 4) При повторяемости результатов в пределах  $0,1\%$  допускается сократить количество циклов, но общее число циклов нагрузки должно быть не меньше 3.

9.1.10 Провести обработку полученных результатов в соответствии с разделом 10.2.

9.1.11 Результаты поверки ИК МИС считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.1.12 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.1.11, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

## 9.2 Определение погрешности ИК МИРТ

Поверку каждого ИК выполнять в 3 этапа поэлементным способом:

- 1-й этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2-й этап – проверка электрической части ИК целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3-й этап – определение и оценка максимальных погрешностей ИК.

9.2.1 Для контроля (оценки) состояния и МХ ПП:

9.2.1.1 Отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование должно соответствовать сборочному чертежу, а маркировка типа и номера ПП – паспорту.

9.2.1.2 Проверить наличие действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической) и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

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

9.2.2.1 Собрать схему поверки электрической части ИК в соответствии со схемой поверки (Рисунок 1), для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии), вместо ПП, подключить средство поверки, выбранное в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 1 – Схема поверки ИК МИРТ

9.2.2.2 С помощью средства поверки задать на вход электрической части ИК последовательность из нескольких контрольных значений частоты переменного тока, соответствующих массовому расходу топлива, равномерно распределенных по диапазону измерения ИК включая нижнее и верхнее значения, и произвести регистрацию/запись показаний.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Количество контрольных значений – не менее 5.
- 2) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 3) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 10 сек.
- 4) Допускается проводить поверку электрической части ИК без градуировочной характеристики в диапазоне от 0 до 10 кГц, в этом случае количество контрольных значений следует увеличить до 11.

9.2.2.3 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 и 10.2.

9.2.3 Результаты поверки ИК МИРТ считать положительными если:

- ПП ИК поверен, имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.2.4 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.2.3, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

### 9.3 Определение погрешности ИК МИД

Поверку каждого ИК комплектном способом выполнять следующим образом:

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

9.3.2 Собрать схему поверки в соответствии со схемой поверки (Рисунок 2), для чего ко входу ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 2 – Схема поверки ИК МИД

9.3.3 С помощью средства поверки задать на вход ИК последовательность из нескольких контрольных значений давления, равномерно распределенных по диапазону измерения ИК включая нижнее и верхнее значения, и произвести регистрацию/запись показаний.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Рекомендуемое количество контрольных значений – не менее 5, для ИК с ДИ, переходящим через 0 – не менее 11.
- 2) Рекомендуется задавать значения от минимального  $P_{\min}$  значения давления ДИ ИК к максимальному  $P_{\max}$  (прямой ход) и  $P_{\max}$  до  $P_{\min}$  (обратный ход).
- 3) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 4) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 5 сек.
- 5) Для ИК, в качестве ПП которых используются сканеры давления с диапазоном до 100 кПа, допускается проводить поверку всех ИК сканера, задавая давление от средства поверки в общую полость (атмосферный вход).
- 6) Для поверки ИК в системе отбора воздуха необходимо вручную управлять клапанами отсека давления для поверки в полном ДИ ИК.

9.3.4 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.13 – 10.17.



9.3.5 Результаты поверки ИК МИД считать положительными если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.3.6 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.3.5, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

#### 9.4 Определение погрешности ИК МИТ

Поверку каждого ИК выполнять в 3 этапа поэлементным способом:

- 1-й этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2-й этап – поверка электрической части ИК целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3-й этап – определение и оценка максимальных погрешностей ИК.

9.4.1 Для контроля (оценки) состояния и МХ ПП:

9.4.1.1 Отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование должно соответствовать сборочному чертежу, а маркировка типа и номера ПП – паспорту.

9.4.1.2 Проверить наличие действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической) и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ и/или наличие сведений об определении метрологических характеристик.

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

9.4.2.1 Собрать схему поверки электрической части ИК в соответствии со схемой поверки:

- Рисунок 3 – для ИК с ПП термоэлектрического типа;
- Рисунок 4 – для ИК с ПП терморезистивного типа;
- Рисунок 5 – для ИК с ПП с унифицированным токовым выходом.

для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии), вместо ПП, подключить средство поверки, выбранное в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 3 – Схема поверки ИК МИТ с ПП термоэлектрического типа



Рисунок 4 – Схема поверки ИК МИТ с ПП терморезистивного типа



Рисунок 5 – Схема поверки ИК МИТ с ПП с унифицированным токовым выходом

9.4.2.2 С помощью средства поверки задать на вход электрической части ИК последовательность из нескольких контрольных значений электрического сигнала, соответствующих температуре, равномерно распределенных по диапазону измерения ИК включая нижнее и верхнее значения, и произвести регистрацию/запись показаний.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Количество контрольных значений – не менее 5.
- 2) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 3) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 5 сек.
- 4) При поверке ИК с ПП термоэлектрического типа контрольные значения на средстве поверки устанавливать в режиме эмуляции сигнала термопары, соответствующей НСХ ПП ИК с включенной встроенной компенсацией температуры холодного спая, а подключения производить термокомпенсационным кабелем соответствующего типа.
- 5) При поверке ИК с ПП терморезистивного типа контрольные значения на средстве поверки рекомендуется устанавливать в режиме эмуляции сигнала термометра сопротивления, соответствующего НСХ ПП ИК (100П/Pt100).

9.4.2.3 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 – 10.4.

9.4.3 Результаты поверки ИК МИТ считать положительными если:

- ПП ИК поверен, имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ и/или наличие сведений об определении метрологических характеристик, подтверждающих соответствие ПП паспортным характеристикам (только для ИК силы переменного тока);

- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.4.4 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.4.3, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

## 9.5 Определение погрешности ИК МИВиБ

Поверку каждого ИК комплектном способом выполнять следующим образом:

9.5.1 Собрать схему поверки в соответствии со схемой поверки:

- Рисунок 6 – Схема поверки ИК МИВиБ;

- Рисунок 7 – Схема поверки ИК МИВиБ при использовании меры емкости и генератора напряжения тока, для чего ко входам электрической части ИК МИВиБ и ИК МИЧВР подключить средства поверки, выбранные в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 6 – Схема поверки ИК МИВиБ



Рисунок 7 – Схема поверки ИК МИВиБ при использовании меры емкости и генератора напряжения переменного тока

Таблица 3 – Рекомендуемые контрольные точки для поверки ИК МИВиБ

Амплитудная характеристика							
$V_{\text{МИВиБ}}$ , [мм/с]	20	40	60	80	100		
$f_{\text{МИВиБ}}$ , [Гц]	160						
$Q_{\text{МИВиБ}}$ , [пКл]	20,097	40,195	60,292	80,389	100,49		
$f_{\text{МИЧВР}}$ , [Гц]	4800						
Частотная характеристика							
$V_{\text{МИВиБ}}$ , [мм/с]	60						
$f_{\text{МИВиБ}}$ , [Гц]	30	60	90	120	160	220	300
$f_{\text{МИЧВР}}$ , [Гц]	900	1800	2700	3600	4800	6600	9000
$Q_{\text{МИВиБ}}$ , [пКл]	11,305	22,610	33,914	45,219	60,292	82,901	113,05

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Количество контрольных значений – не менее 5.
- 2) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 3) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 5 сек.

#### 9.5.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики:

9.5.2.1 С помощью средства поверки задать на вход ИК МИВиБ последовательность из нескольких контрольных значений электрического заряда ( $Q_{\text{МИВиБ}}$ ), соответствующих виброскорости ( $V_{\text{МИВиБ}}$ ). Контрольные значения задавать на базовой частоте ( $f_{\text{МИВиБ}}$ ) ПП, с которыми работает ИК (ПП не входит в состав ИК). Рекомендуемые значения электрического заряда приведены в

9.5.2.2 Таблица 3.

9.5.2.3 С помощью средства поверки задать на вход ИК МИЧВР контрольное значение частоты переменного тока ( $f_{\text{МИЧВР}}$ ), рекомендуемые значения которого приведено в

9.5.2.4 Таблица 3.

9.5.2.5 Произвести регистрацию/запись показаний в каждой контрольной точке.

9.5.2.6 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 и 10.4.

#### 9.5.3 Определение неравномерности частотной характеристики:

9.5.3.1 С помощью средства поверки задать на вход ИК МИВиБ последовательность из нескольких контрольных значений электрического заряда на различных частотах. Рекомендуемые значения электрического заряда и частот приведены в

9.5.3.2 Таблица 3.

9.5.3.3 С помощью средства поверки задать на вход ИК МИЧВР последовательность из нескольких контрольных значений частоты переменного тока, рекомендуемые значения которых приведены в

9.5.3.4 Таблица 3.

9.5.3.5 Произвести регистрацию/запись показаний в каждой контрольной точке.

9.5.3.6 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 – 10.4.

9.5.4 Рассчитать суммарную приведенную погрешность ИК МИВиБ, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулой 10.5 – путем сложения максимальных значений полученных приведенных погрешностей рассчитанных при определении нелинейности амплитудной характеристики (п. 9.5.2.6) и неравномерности частотной характеристики (9.5.3.6).

9.5.5 Результаты поверки ИК МИВиБ считать положительными если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.5.6 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.5.5, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

## 9.6 Определение погрешности ИК МИЧВР

Поверку каждого ИК комплектном способом выполнять следующим образом:

9.6.1 Собрать схему поверки в соответствии со схемой поверки (Рисунок ), для чего ко входу ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 8 – Схема поверки ИК МИЧВР

9.6.2 С помощью средства поверки задать на вход ИК последовательность из нескольких контрольных значений частоты переменного тока, равномерно распределенных по диапазону измерения ИК включая нижнее и верхнее значения, и произвести регистрацию/запись показаний.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Рекомендуемое количество контрольных значений – не менее 5.
- 2) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 3) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 5 сек.

9.6.3 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 и 10.2.

9.6.4 Результаты поверки ИК МИЧВР считать положительными если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.6.5 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.6.4, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

## 9.7 Определение погрешности ИК МИВ

Поверку ИК выполнять в 3 этапа поэлементным способом:

- 1-й этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2-й этап – поверка электрической части ИК целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

3-й этап – определение и оценка максимальных погрешностей ИК.

9.7.1 Для контроля (оценки) состояния и МХ ПП:

9.7.1.1 Отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование должно соответствовать сборочному чертежу, а маркировка типа и номера ПП – паспорту.

9.7.1.2 Проверить наличие действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической) и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

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

9.7.2.1 Собрать схему поверки электрической части ИК в соответствии со схемой поверки (Рисунок ) для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии), вместо ПП, подключить средство поверки, выбранное в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 9 – Схема поверки ИК МИВ

9.7.2.2 С помощью средства поверки задать на вход электрической части ИК последовательность из нескольких контрольных значений напряжения постоянного тока, соответствующего относительной влажности, равномерно распределенных по диапазону измерения ИК включая нижнее и верхнее значения, и произвести регистрацию/запись показаний.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Количество контрольных значений – не менее 5.
- 2) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 3) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 5 сек.

9.7.2.3 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 и 10.4.

9.7.3 Результаты поверки ИК МИВ считать положительными если:

- ПП ИК поверен, имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.7.4 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.7.3, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

## 9.8 Определение погрешности ИК МИНЧС

Поверку ИК выполнять в 3 этапа поэлементным способом:

- 1-й этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2-й этап – поверка электрической части ИК целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3-й этап – определение и оценка максимальных погрешностей ИК.

9.8.1 Для контроля (оценки) состояния и МХ ПП:

9.8.1.1 Отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование должно соответствовать сборочному чертежу, а маркировка типа и номера ПП – паспорту.

9.8.1.2 Проверить наличие действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической) и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ и/или наличие сведений об определении метрологических характеристик.

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

9.8.2.1 Собрать схему поверки электрической части ИК в соответствии со схемой поверки (Рисунок ) для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии), вместо ПП, подключить средство поверки, выбранное в соответствии с Таблица 2 настоящей МП.



Рисунок 10 – Схема поверки ИК МИНЧС

9.8.2.2 С помощью средства поверки задать на вход электрической части ИК последовательность из нескольких контрольных значений силы постоянного тока, соответствующего измеряемой величине (напряжению, силе или частоте переменного тока), равномерно распределенных по диапазону измерения ИК включая нижнее и верхнее значения, и произвести регистрацию/запись показаний.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

- 4) Количество контрольных значений – не менее 5.
- 5) Количество циклов измерений – не менее 1.
- 6) Время регистрации/записи для каждой контрольной точки – не менее 5 сек.

9.8.2.3 Провести обработку записанных данных, руководствуясь разделом 10 настоящей методики и формулами 10.1 и 10.4.

9.8.3 Результаты поверки ИК напряжения, частоты и силы переменного трехфазного тока считать положительными если:

- ПП ИК поверен, имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ и/или наличие сведений об определении метрологических характеристик, подтверждающих соответствие ПП паспортным характеристикам (только для ИК силы переменного тока);

- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.8.4 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.8.3, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.



## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Обработку результатов измерений допускается проводить с помощью ПО (Calibr\_7). При необходимости, возможно проводить обработку полученных результатов согласно описанию, ниже:

### 10.1 Обработка результатов измерений (общие подходы)

#### 10.1.1 Расчет абсолютной погрешности ИК:

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

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

где  $A_j$  – измеренное значение физической величины в  $j$ -той точке;  $A_{jз}$  – значение физической величины, установленное средством поверки в  $j$ -той точке.

#### 10.1.2 Расчет относительной погрешности ИК:

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

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

#### 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:

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

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 Обработка результатов измерений МИС

10.2.1 Определяем среднеарифметические значения исправленных показаний (по п-циклам) в k-ой контрольной точке:

$$\overline{R_{ИКк}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{ИКи}(R_{0К}); \quad \overline{R'_{ИКк}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R'_{ИКи}(R_{0К}), \quad (10.6)$$

где  $R_{0К}$  – значения силы, установленные с помощью ПГУ в k-ой контрольной точке по показаниям эталонного динамометра;  $R_{ИКи}$  и  $R'_{ИКи}$  – показания измерительного канала в k-ой контрольной точке при повышении и понижении силы соответственно; n – число циклов нагружения.

10.2.2 Определяем систематическую составляющую погрешности в k-ой контрольной точке:

$$\Delta_{СК} = \frac{\overline{R_{ИКк}} + \overline{R'_{ИКк}}}{2} - R_{0К} \quad (10.7)$$

10.2.3 Определяем абсолютное значение вариации в k-ой контрольной точке:

$$\square_K = |\overline{R_{ИКк}} - \overline{R'_{ИКк}}| \quad (10.8)$$

10.2.4 Определяем СКО случайной составляющей погрешности (по n-циклам) в k-ой контрольной точке:

$$S_{0К} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{ИКи}(R_{0К}) - \overline{R_{ИКк}})^2 + \sum_{i=1}^n (R'_{ИКи}(R_{0К}) - \overline{R'_{ИКк}})^2}{2n - 1}} \quad (10.9)$$

10.2.5 Определяем абсолютную погрешность ИК в k-ой контрольной точке (при доверительной вероятности 0,95):

$$\Delta_K = \frac{t \cdot \frac{S_{0К}}{\sqrt{2n}} + \frac{|\square_K|}{2} + |\Delta_{СК}|}{\frac{S_{0К}}{\sqrt{2n}} + \frac{|\square_K|}{\sqrt{3}}} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_{0К}}{\sqrt{2n}}\right)^2 + \left(\frac{\frac{|\square_K|}{2} + |\Delta_{СК}|}{\sqrt{3}}\right)^2}, \quad (10.10)$$

где t – значение коэффициента Стьюдента для распределения с 2n-1 степенями свободы при доверительной вероятности 0,95.

10.2.6 Определяем относительную погрешность в k-ой контрольной точке, выраженную в процентах (если для k-ой контрольной точки нормируется относительная погрешность):

$$\delta_K = \frac{\Delta_K}{R_{0К}} \cdot 100, [\%] \quad (10.11)$$

10.2.7 Определяем приведенную погрешность в k-ой контрольной точке, выраженную в процентах (если для k-ой контрольной точки нормируется приведенная погрешность):

$$\gamma_K = \frac{\Delta_K}{R_{НЗ}} \cdot 100, [\%], \quad (10.12)$$

где  $R_{НЗ}$  – верхний предел нижнего поддиапазона измерения ИК, для которого нормирована приведенная к ВП погрешность.

## 10.3 Обработка результатов измерений МИД

10.3.1 Определяем систематическую составляющую погрешности в k-ой контрольной точке:

$$\Delta P_{k(сист)} = \frac{P_{k(прям)} + P_{k(обр)}}{2} - P_k, \quad (10.13)$$

где  $P_{k(прям)}$  и  $P_{k(обр)}$  – показания ИК при прямом и обратном ходе соответственно;

$P_k$  – показания средства поверки

10.3.2 Определяем абсолютное значение вариации в k-ой контрольной точке:

$$\Delta P_{k(вар)} = |P_{k(прям)} - P_{k(обр)}| \quad (10.14)$$

10.3.3 Определяем суммарную абсолютную погрешность ИК:

$$\Delta P_k = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta P_{k(\text{сист})}^2 + \Delta P_{k(\text{случ})}^2 + \left(\frac{\Delta P_{k(\text{вар})}}{2}\right)^2}, \quad (10.15)$$

где  $\Delta P_{k(\text{случ})}$  – случайная составляющая погрешности (обычно можно не учитывать ввиду ее малости).

10.3.4 Определяем относительную погрешность в  $k$ -ой контрольной точке, выраженную в процентах (если для  $k$ -ой контрольной точки нормируется относительная погрешность):

$$\delta_k = \left| \frac{\Delta P_k}{P_k} \right| \cdot 100, [\%] \quad (10.16)$$

10.3.5 Определяем приведенную погрешность в  $k$ -ой контрольной точке, выраженную в процентах (если для  $k$ -ой контрольной точки нормируется приведенная погрешность):

$$\gamma_k = \left| \frac{\Delta P_k}{P_{\text{НЗ}}} \right| \cdot 100, [\%], \quad (10.17)$$

где  $P_{\text{НЗ}}$  – нормированное значение давления к которому приводится погрешность ИК.

#### 10.4 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия систем метрологическим требованиям:

10.4.1 Результаты поверки ИК систем 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 Результаты поверки заносятся в протокол поверки.

11.3 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.

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

11.5 Требования по защите АИИС от несанкционированного вмешательства, которое может повлечь изменение метрологических характеристик, обеспечиваются ограничением доступа к месту установки Систем и запираением ключом замка на дверях шкафов.

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



Б.И. Минеев

Заместитель начальника отдела



Р.Г. Павлов

Начальник сектора



М.В. Корнеев

## Метрологические характеристики систем

Таблица 4 – Метрологические характеристики DAS-2-27-28

Измеряемые параметры (обозначение в Системах)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности		
		На ПП	На электрическую часть ИК	На весь ИК
1	2	3	4	5
Давление газов по тракту ГТД	от 0 до 2,5 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 2,5 до 7 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 7 до 30 кПа	комплектная поверка		$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
	от 0 до 105 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 105 до 210 кПа	комплектная поверка		$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
	от 0 до 860 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 860 до 1720 кПа	комплектная поверка		$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
	от 0 до 1725 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
Давление жидкостей	от 1725 до 3450 кПа	комплектная поверка		$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
	от 0 до 138 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП
	от 0 до 345 кПа	комплектная поверка		
	от 0 до 2000 кПа	комплектная поверка		
	от 0 до 3447 кПа	комплектная поверка		
	от 0 до 6900 кПа	комплектная поверка		
	от 0 до 10400 кПа	комплектная поверка		
	от 0 до 20684 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 0 до 600 кПа	комплектная поверка		
	от 0 до 2000 кПа	комплектная поверка		
от 0 до 41369 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	
Перепад давления жидкостей	от 0 до 450 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,6 \%$ от ВП
	от -40 до +40 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП
	от -100 до +100 кПа	комплектная поверка		
от -100 до +350 кПа	комплектная поверка			
Давление газов	от 0 до 689 кПа	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,7 \%$ от ВП
Атмосферное давление	от 80 до 110 кПа	комплектная поверка		$\Delta \pm 67$ Па
Перепад между атмосферным и полным давлением на входе в РМК	от -3,74 до +3,74 кПа	комплектная поверка		$\Delta: \pm 50$ Па

продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Температура жидкостей	от -40 °С до +60 °С	$\Delta: \pm (0,15 + 0,002 \cdot  t )$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$
	от 0 °С до 150 °С	$\Delta: \pm (0,15 + 0,002 \cdot  t )$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,7 \% \text{ от ВП}$	
	от -50 °С до +60 °С	$\Delta: \pm (0,3 + 0,005 \cdot  t )$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	
	от -30 °С до +120 °С	$\Delta: \pm (0,3 + 0,005 \cdot  t )$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,25 \% \text{ от ВП}$	
	от -60 °С до +100 °С	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$ (поверяется автономно)	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$	
Температура атмосферного воздуха	от 233 до 333 К	$\Delta: \pm (0,15 + 0,002 \cdot  t )$ (поверяется автономно)	$\delta: \pm 0,2 \% \text{ от ИЗ}$	$\delta: \pm 0,3 \% \text{ от ИЗ}$
Температура воздуха	от -20 °С до +170 °С	$\Delta: \pm (0,15 + 0,002 \cdot  t )$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$
Температура газов в системе отбора воздуха	от -40 °С до +600 °С	$\Delta: \pm 0,004 \cdot  t $ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$
Расход топлива	от 111 до 3000 кг/ч	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$ (поверяется автономно)	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$	$\delta: \pm 0,3 \% \text{ от ИЗ}$
	от 2400 до 25000 кг/ч	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$ (поверяется автономно)	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$	
	от 750 до 1750 кг/ч	$\delta: \pm 0,15 \% \text{ от ИЗ}$ (поверяется автономно)	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$	
Частота переменного тока	от 5 до 10000 Гц	-	$\delta: \pm 0,03 \% \text{ от ИЗ}$	$\delta: \pm 0,03 \% \text{ от ИЗ}$
Частота напряжения генератора	от 380 до 420 Гц	$\Delta: \pm 0,1 \text{ Гц}$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,4 \% \text{ от ВП}$	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$
Фазное напряжение генератора	от 0 до 150 В	$\gamma: \pm 0,2 \% \text{ от ВП}$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,3 \% \text{ от ВП}$	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$
Сила тока генератора	от 0 до 600 А	$\gamma: \pm 0,2 \% \text{ от ВП} +$ $\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$ (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,2 \% \text{ от ВП}$	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$

окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
Относительная влажность воздуха	от 0 % до 100 %	в диапазоне температур от +15 °С до +25 °С: от 0 % до 90 % – ± 1 %, от 90 % до 100 % – ± 1,7 %; в диапазоне температур от -20 °С до +15 °С и от +25 °С до +40 °С: $\Delta: \pm (1,0 + 0,008 \cdot RH)$ ; (поверяется автономно)	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	$\gamma: \pm 2 \%$ от ВП
Температура атмосферного воздуха	от 233 до 333 К	$\Delta: \pm (0,2 + 0,0034 \cdot  20 - t )$ $\Delta: \pm (0,2 + 0,0025 \cdot  t - 20 )$ (поверяется автономно)	$\delta: \pm 0,12 \%$ от ИЗ	$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
Измеренная сила от тяги двигателя	от 0 до 44,13 кН	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 44,13 до 88,3 кН	комплектная поверка		$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
	от 0 до 44 кН	комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП
	от 44 до 200 кН	комплектная поверка		$\delta: \pm 0,3 \%$ от ИЗ
Виброскорость	от 0 до 100 мм/с	-	$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП	$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП

Примечания:

- 1 ВП – верхний предел измерения;
- 2 ИЗ – измеряемое значение;
- 3 ПИП – первичный измерительный преобразователь;
- 4 РМК – расходомерный коллектор;
- 5 t – ИЗ температуры;
- 6 RH – ИЗ относительной влажности;
- 7  $\gamma$  – приведенная погрешность, %;
- 8  $\delta$  – относительная погрешность, %.
- 9  $\Delta$  – абсолютная погрешность в единицах измеряемой величины.