

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



— А.Н. Щипунов

12 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная ИС-ДВС-5

Методика поверки МП 10.2023.001

2023 год

СОДЕРЖАНИЕ

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	8
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	10
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	11
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	11
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	20

ОБОЗНАЧЕНИЯ

Δ – абсолютная погрешность измерений;
ВП – верхний предел диапазона измерений;
ДИ – диапазон измерений;
ИК – измерительный канал;
ИВ – измеренная величина;
МП – методика поверки;
МХ – метрологические характеристики;
МИ – методика измерений;
НЗ – нормированное значение;
δ – относительная погрешность измерений;
ПК – персональный компьютер;
ПО – программное обеспечение;
ПИП – первичный измерительный преобразователь;
РЭТ – рабочий эталон;
РЭ – руководство по эксплуатации;
СИ – средство измерений;
ТПР – турбинный преобразователь расхода;
ТС – термопреобразователь сопротивления;
ТД – техническая документация;
ТП – термоэлектрический преобразователь;
ФИФ ОЕИ – федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки МП 10.2023.001 «ГСИ. Система измерительная ИС-ДВС-5. Методика поверки» распространяется на систему измерительную ИС-ДВС-5 (далее – система), заводской номер 001, изготовленную фирмой «AVL LIST GmbH», Австрия, и устанавливает порядок, методы и объем ее первичной и периодической поверок.

1.2 Прослеживаемость результатов измерений при поверке системы обеспечивается:

- согласно приказу Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты» к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;
- согласно приказу Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы» к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023;
- согласно приказу Росстандарта от 22 октября 2019 года № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы» к государственному первичному эталону крутящего момента силы ГЭТ 149-2023;
- согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;
- согласно приказу Росстандарта от 11 мая 2022 года № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» к государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017;
- согласно приказу Росстандарта от 20 октября 2022 года № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» к государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² ГЭТ 43-2022;
- согласно приказу Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 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» к государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019;
- согласно приказу Росстандарта от 20 октября 2022 года № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» к государственному первичному эталону единицы давления – паскаля ГЭТ 23-2010;
- согласно приказу Росстандарта от 27 ноября 2018 года № 2517 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм» к государственному первичному эталону единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015;
- согласно приказу Росстандарта от 1 сентября 2022 года № 2183 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений угловой скорости и частоты вращения» к государственному первичному специальному эталону единицы угловой скорости ГПСЭ 108-2019;
- согласно приказу Росстандарта от 23 декабря 2022 года № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2020;
- согласно приказу Росстандарта от 23 декабря 2022 года № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C ГЭТ 34-2020

- согласно приказу Росстандарта от 15 декабря 2021 года № 2885 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов» к государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020.

1.3 Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.

1.4 Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, указанные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Наименование ИК	Коли-чество ИК	Значение характеристики	
		диапазон измерений	пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)
ИК крутящего момента силы	1	от 100 до 3000 Н·м	$\pm 0,5\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾
	1	от 100 до 5000 Н·м	
ИК частоты вращения вала двигателя	1	от 100 до 4000 об/мин	$\pm 0,5\%$ (δ от ИЗ)
	1	от 100 до 4500 об/мин	
ИК объемного (массового) расхода жидкости	2	от 0,018 до 0,25 м ³ /ч (от 18 до 250 кг/ч)	$\pm 2\%$ (δ от ИЗ)
ИК объемного расхода картерных газов	1	от 12 до 300 л/мин	$\pm 1,5\%$ (Υ) ²⁾
	1	от 12 до 600 л/мин	
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления Pt100	96	от 0 до 200 °C	$\pm 1\%$ (Δ) ³⁾
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К)		от 10 до 200 °C включ.	$\pm 2\%$ (Δ)
ИК давления воздуха (газов) и жидкости		св. 200 до 1000 °C	$\pm 1\%$ (δ от ИЗ)
ИК давления воздуха (газов) и жидкости	16	от 0 до 100 кПа	± 2 кПа (Δ)
	16	от 0 до 250 кПа	± 2 кПа (Δ)
	8	от 0 до 400 кПа	± 4 кПа (Δ)
	8	от 0 до 1000 кПа	± 8 кПа (Δ)
ИК массы жидкости	1	от 100 до 4000 г	± 2 г (Δ)
ИК дымности отработавших газов	2	от 0 до 100 %	$\pm 2\%$ (δ от ИЗ)
ИК концентрации газообразных выбросов вредных веществ отработавших газов	CO CH ₄ NO ₂ NO CO ₂ O ₂ NH ₃	от 0 до 5000 млн ⁻¹	$\pm 4\%$ (Υ)
		от 0 до 50 млн ⁻¹	$\pm 10\%$ (Υ)
		от 0 до 20000 млн ⁻¹	$\pm 5\%$ (Υ)
		от 0 до 30 млн ⁻¹	$\pm 8\%$ (Υ)
		от 0 до 10000 млн ⁻¹	$\pm 5\%$ (Υ)
		от 0 до 10 млн ⁻¹	$\pm 15\%$ (Υ)
		от 0 до 10000 млн ⁻¹	$\pm 5\%$ (Υ)
		от 0 до 10 млн ⁻¹	$\pm 15\%$ (Υ)
	NH ₃	от 0 до 20 об. д., %	$\pm 6\%$ (Υ)
		от 0 до 0,25 об. д., %	$\pm 3\%$ (Υ)
ИК температуры и относительной влажности окружающего воздуха в испытательном боксе	2	от 0 до 0,5 об. д., %	$\pm 3\%$ (Υ)
		от 10 до 40 °C	$\pm 0,3$ °C (Δ)
	1	от 20 до 90 %	$\pm 2\%$ (Δ)

Примечания:

1) δ от ИЗ – относительная погрешность измерений от измеренного значения.

2) Υ – приведенная погрешность измерений к верхнему пределу измерений.

3) Δ – абсолютная погрешность измерений.

Таблица 2

Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений (диапазон показаний на дисплее системы)	Источник сигнала на входе ИК	Пределы допускаемой основной погрешности ИК*
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями Pt100 (в части измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры)	96	от 100 до 200 Ом (от 0 до 200 °C)	Термопреобразователи сопротивления платиновые по ГОСТ 6651-2009	± 1 °C (Δ)
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К) (в части измерений напряжения постоянному току, соответствующего значениям температуры)		от 0 до 8,138 мВ включ. (от 0 до 200 °C включ.)	Термоэлектрические преобразователи ТХА(К) по ГОСТ Р 8.585-2001	±2 °C (Δ)
		св. 8,138 до 41,276 мВ включ. (св. 200 до 1000 °C включ.)	Термоэлектрические преобразователи ТХА(К) по ГОСТ Р 8.585-2001	±1 % (δ от ИЗ)

* Пределы допускаемой погрешности ИК пересчитаны для значений температуры без учета погрешностей ПИП.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке системы выполнить операции, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при	
		первой поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр СИ	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование СИ	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения СИ	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
4.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы ¹⁾	10.1	да	да
4.2 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения вала двигателя ¹⁾	10.2	да	да
4.3 Определение относительной погрешности измерений объемного (массового) расхода жидкости ¹⁾	10.3	да	да
4.4 Определение погрешности измерений давления воздуха (газов) и жидкости ¹⁾	10.4	да	да
4.5 Определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТСПТ 205 (Pt100), и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры ^{1), 2)}	10.5	да	да

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при	
		первой поверке (после ремонта)	периодической поверке
4.6 Определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой КТХА (К), и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры ^{1), 2)}	10.6	да	да
4.7 Определение приведенной погрешности измерений объемного расхода картерных газов ²⁾	10.7	да	да
4.8 Определение абсолютной погрешности измерений массы жидкости ²⁾	10.8	да	да
4.9 Определение относительной погрешности измерений дымности отработавших газов ²⁾	10.9	да	да
4.10 Определение погрешности измерений концентрации газообразных выбросов вредных веществ отработавших газов ²⁾	10.10	да	да
4.11 Определение погрешности измерений температуры и относительной влажности окружающего воздуха в испытательном боксе ²⁾	10.11	да	да
4.12 Обработка результатов измерений	10.12	да	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

¹⁾ Проверка осуществляется комплектным способом

²⁾ Проверка осуществляется поэлементным способом

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных измерительных блоков из состава средства измерений, периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений по соответствующим пунктам настоящей методики поверки в соответствии с требованиями программ испытания изделий для измерительного контроля параметров, для которых она предназначена. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и сведениях в ФИФ ОЕИ на основании решения эксплуатирующей организации.

2.3 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в сведениях в ФИФ ОЕИ системы.

2.4 Внеочередную поверку, обусловленную ремонтом системы, проводить в объеме первичной поверки.

2.5 В случае получения отрицательных результатов по любому пункту таблиц 1 и 2 система бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Проверку проводить при следующих условиях (если не оговорено иное):

– температура окружающего воздуха, °Сот плюс 15 до плюс 35;

– относительная влажность окружающего воздуха

при температуре +25 °С, %от 30 до 80;

– атмосферное давление, мм рт.ст. (кПа)..... от 720 до 780 (от 96 до 104);

– напряжение сети переменного тока, В..... от 361 до 399;

– частота переменного тока, Гц..... от 49,6 до 50,4.

П р и м е ч а н и е – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (РЭТ) должны соответствовать требованиям, указанным в их РЭ.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право проведения поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.2 Персонал, проводящий поверку, должен быть ознакомлен с руководством по эксплуатации системы и настоящей методикой поверки.

4.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска по электробезопасности не ниже 2.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Проверяется в соответствии с МИ, рег. № ФР.1.28.2023.45696 «Методика измерений крутящего момента силы на валу двигателя»	
10.2	Рабочий эталон 5-го разряда по Приказу Росстандарта №2360 от 26 сентября 2022 года в диапазоне значений от 20 Гц до 10 кГц	Тахометр электронный Testo 470 (рег. № 48431-11)
10.3	Средство измерений массы в диапазоне от 50 г до 30 кг с допускаемой погрешностью при эксплуатации ± 1 г (в диапазоне от 50 г до 5 кг), ± 2 г (в диапазоне св. 5 до 20 кг), ± 3 г (в диапазоне св. 20 до 30 кг); Средство измерений времени в диапазоне от 1 до 120 мин с абсолютной погрешностью не более 0,5 с; Средство измерений плотности жидкости в диапазоне от 820 до 880 кг/м ³ с абсолютной погрешностью не более 0,5 кг/м ³	Весы электронные ED-H-30 (рег. № 40687-09); Секундомер электронный «Интеграл С-01» (рег. № 44154-16); Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР (рег. № 27163-09)
10.4	Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» в диапазоне от 0 до 1000 кПа	Калибратор давления портативный Метран-517 (рег. № 39151-12)
10.5	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда по Приказу Росстандарта № 3253 от 23.12.2022 г. в диапазоне от 0 до плюс 200 °C Рабочий эталон единицы электрического сопротивления постоянному току 4 разряда по Приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 года в диапазоне значений от 0 до 250 Ом	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1.1 (рег. № 50256-12); Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 (рег. № 19736-05); Магазин сопротивления Р4831 (рег. № 38510-08)

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.6	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда по Приказу Росстандарта №3253 от 23.12.2022г. в диапазоне от плюс 10 до плюс 1000 °C	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1.1(рег. №50256-12); Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 (рег. №19736-05); Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО (рег. № 19254-10)
10.6	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда по Приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 года в диапазоне значений от 4 до 20 мА	Калибратор промышленных процессов промышленный АКИП-7301 (рег. № 36814-08)
Вспомогательные средства поверки		
10.5	Средство для воспроизведения температуры в диапазоне от 0 до плюс 200 °C. Нестабильность поддержания температуры не более 0,05 °C.	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3 (рег. № 33744-07); Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (рег. № 33744-07)
10.6	Средство для воспроизведения температуры в диапазоне от 0 до плюс 1000 °C. Нестабильность поддержания температуры не более 0,3 °C.	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3 (рег. № 33744-07); Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (рег. № 33744-07); Калибратор температур КТ-3 (рег. № 50907-12)
10.1 – 10.11	Средство измерений условий окружающей среды: - температуры воздуха в диапазоне от плюс 10 до плюс 40 °C с погрешностью не более 0,5 °C; - относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 3 %; - атмосферного давления воздуха в диапазоне от 960 до 1040 гПа с погрешностью не более 5 гПа.	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
10.1 – 10.11	Средство измерений параметров электрической сети: - напряжения сети переменного тока в диапазоне от 350 до 430 В с погрешностью не более 14 В; - частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц с погрешностью не более 0,1 Гц.	Мультиметр цифровой U1253В (рег. № 41501-10)

5.2 Вместо указанных в таблице 4 допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение МХ системы с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены, результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки системы следует соблюдать требования безопасности, устанавливаемые руководством по эксплуатации на систему и руководствами по эксплуатации используемого при поверке оборудования.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре установить соответствие системы следующим требованиям:

- комплектность согласно формуляру 10.2022.001 ФО;

- маркировку согласно руководству по эксплуатации 10.2022.001 РЭ;

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов крепления, четкость фиксации их положения;

- четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;

- герметичность линий измерения давлений.

СИ, входящие в состав системы, не должны иметь внешних повреждений, которые могут влиять на работу системы, при этом должно быть обеспечено: надежное крепление соединителей и разъемов, отсутствие нарушений экранировки кабелей, качественное заземление.

7.2 Результаты проверки считать положительными, если система удовлетворяет перечисленным в пункте 7.1 требованиям.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки поверитель должен изучить руководства по эксплуатации проверяемой системы и используемых средств поверки.

8.1.2 Подготовить систему к работе в соответствии с руководством по эксплуатации, проверить включение электропитания системы.

8.1.3 При подготовке к поверке провести следующие работы:

- проверить наличие поверочных клейм, а также сведения в ФИФ ОЕИ на эталонные и вспомогательные средства поверки;

- подготовить к работе все приборы и аппаратуру согласно их РЭ;

- собрать схемы поверки ИК, приведенные ниже, проверить целостность электрических цепей;

- обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входе ИК;

- включить вентиляцию и освещение в испытательных помещениях;

- включить питание ПИП и аппаратуры системы не менее чем за 30 мин до начала проведения поверки;

- создать, проконтролировать и записать в протокол условия проведения поверки.

8.2 Опробование системы

8.2.1 Перед началом работ проверить оборудование и включить систему, руководствуясь документом 10.2022.001 РЭ.

8.2.2 При опробовании проверить правильность функционирования ИК системы.

Для этого необходимо задать на входе ИК с помощью РЭТ физическую величину, соответствующую минимальному и максимальному значениям параметра контролируемого диапазона измерений. Оператору ПК проконтролировать измеренные системой значения единицы величины. Убедиться в правильности функционирования ИК.

8.3 Результаты опробования считать положительными, если измеренные значения единицы величины совпадают с заданными эталонными значениями в пределах допускаемой погрешности измерений ИК системы. В противном случае система бракуется и после выявления и устранения причины производится повторное опробование.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Проверить соответствие идентификационных данных (признаков) метрологически значимой части ПО в следующей последовательности:

- проверить идентификационное наименование метрологически значимой части ПО в соответствии с руководством по эксплуатации;

- проверить номер версии (идентификационный номер) метрологически значимой части ПО в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в руководстве по эксплуатации системы и данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Наименование ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA Open 2012
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.5.3 HotFix:18 Build:5751
Цифровой идентификатор ПО	—

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы

10.1.1 Относительную погрешность измерений крутящего момента силы определить комплектным способом в следующей последовательности:

- отсоединить вал двигателя от нагрузочной машины;

- провести измерения крутящего момента силы в диапазонах, указанных в таблице 1, в соответствии с разделом 7 документа «Методика измерений крутящего момента силы на валу двигателя» (регистрационный номер методики в соответствии с ФИФ ОЕИ - ФР.1.28.2023.45696).

Примечание - Проведение измерений ИК проводить путем наложения гирь на корзину рычага и их снятие с корзины рычага. Наложение гирь на корзину рычага и их снятие должны быть плавными, без ударов и толчков. Подход к измеряемому значению должен осуществляться медленно с одной стороны, соответствующей ходу измерений характеристики. Перемена знака приращения нагрузки в процессе нагружения или снятия грузов не допускается. Прямая ветвь измерений характеристики снимается в результате прямого хода (нагружения корзины рычага) измерений ИК, обратная ветвь измерений характеристики снимается в результате обратного хода (разгружения корзины рычага). Один прямой и один следующий за ним обратный ход измерений составляют один цикл измерений ИК.

- оценить МХ ИК крутящего момента силы в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 9 методики измерений (регистрационный номер методики в соответствии с ФИФ ОЕИ - ФР.1.28.2023.45696).

10.1.2 Результаты операции поверки считать положительными, если значения погрешности измерений крутящего момента силы находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 1. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.2 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения вала двигателя

10.2.1 Относительную погрешность измерений определить комплектным способом в следующей последовательности:

- на вал нагрузочной машины поверяемого ИК прикрепить светоотражающую метку для отсчитывания показаний с рабочего эталона (РЭТ) согласно схеме, приведенной на рисунке 1;



Рисунок 1 - Схема поверки ИК частоты вращения вала двигателя (РЭТ Testo 470)

- провести работу по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты вращения устанавливать с помощью системы управления стенда в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Наименование параметра ИК	ИК	Диапазон измерений ИК, об/мин	Номинальные значения частоты вращения вала, об/мин
Частота вращения вала двигателя	1	от 100 до 4000	100; 500; 1000; 2000; 4000
	2	от 100 до 4500	100; 500; 1000; 2000; 4000; 4500

После завершения измерений оценить МХ ИК частоты вращения вала в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.

10.2.2 Результаты операции поверки считать положительными, если значения погрешности измерений частоты вращения вала двигателя находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 1. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.3 Определение относительной погрешности измерений объемного (массового) расхода жидкости

10.3.1 Относительные погрешности измерений определить комплектным способом в следующей последовательности:

- установить мерную емкость на весы электронные ED-H-30;
- подсоединить сливной шланг к крану расходомерной магистрали, свободный конец сливного шланга опустить в мерную емкость;
- открыть кран расходомерной магистрали и начать заполнение мерной емкости балластной жидкостью;
- при достижении общей массы балластной жидкости и мерной емкости не менее 3000 г одновременно измерить общую массу балластной жидкости и мерной емкости M1 и запустить секундомер электронный «Интеграл С-01»;
- контролировать изменение массы и при достижении общей массы балластной жидкости, мерной емкости и залитой в мерную емкость жидкости не менее 25000 г одновременно остановить секундомер и зафиксировать интервал времени T и достигнутое значение общей массы балластной жидкости, мерной емкости и залитой в мерную емкость жидкости M2.
- с помощью измерителя плотности жидкостей вибрационного ВИП-2МР измерить плотность залитой в мерную емкость жидкости. Плотность жидкости должна быть от 820 до 880 кг/м³.

Номинальные значения объемного (массового) расхода жидкости устанавливать с помощью системы управления стенда в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Наименование параметра ИК	Диапазон измерений ИК, кг/ч	Номинальные значения массового расхода жидкости, кг/ч
Объемный (массовый) расход жидкости	от 0,018 до 0,25 м ³ /ч включ. (от 18 до 250 кг/ч включ.)	0,018, 0,075, 0,015, 0,25 м ³ /ч (18; 75; 150; 250 кг/ч)

После завершения измерений оценить МХ ИК объемного (массового) расхода жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.

10.3.2 Результаты операции поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений объемного (массового) расхода жидкости, находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 1. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.4 Определение погрешности измерений давления воздуха (газов) и жидкости

10.4.1 Погрешности измерений определить комплектным способом в следующей последовательности:

- отсоединить вход ПИП давления воздуха (газов) и жидкости (CANOPEN) от магистрали давления испытательного стенда и соединить его с РЭТ давления (калибратор давления портативный Метран-517 с модулем давления 160К (1М) по схеме, приведенной на рисунке 2;

- провести измерения давления воздуха (газов) и жидкости в диапазонах от 0 до 100 кПа, от 0 до 250 кПа, от 0 до 400 кПа, от 0 до 1000 кПа.

Номинальные значения давления устанавливать с помощью системы управления стенда в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Наименование параметра ИК	Диапазон измерений ИК, кПа	Номинальные значения давления воздуха (газов) и жидкости, кПа
Давление воздуха (газов) и жидкости	от 0 до 100	10; 25; 50, 100
	от 0 до 250	25; 50; 100; 150; 200; 250
	от 0 до 400	25; 50; 100; 200; 300; 400
	от 0 до 1000	25; 50; 100; 250; 500; 750; 1000

После завершения измерений оценить МХ ИК давления воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.



Рисунок 2 - Схема поверки ИК давления (РЭТ Метран-517/Датчик (Датчик)/PV411A)

10.4.2 Результаты операции поверки считать положительными, если значения погрешности измерений давления воздуха (газов) и жидкости находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 8.

занных в таблице 1. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.5 Определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТСПТ 205 (Pt100), и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры

10.5.1 Погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТСПТ 205 (Pt100), и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, определить одним из следующих способов

- комплектным способом в следующей последовательности:

- подключить ИК температуры к РЭТ (измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 с термометром сопротивления платиновым вибропрочным ТСПВ-1.1 и термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (ТПП-1.1)) по схеме, приведенной на рисунке 3;

- провести измерения температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазоне от 0 до 200 °C.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости устанавливать с помощью термостата переливного прецизионного ТПП-1.0 (ТПП-1.1) в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Наименование параметра ИК	Диапазон измерений ИК	Применяемый термостат	Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости, °C
Температура воздуха (газов) и жидкости	от 0 до 200 °C	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1	0; 50
		Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0	100; 150; 200

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.

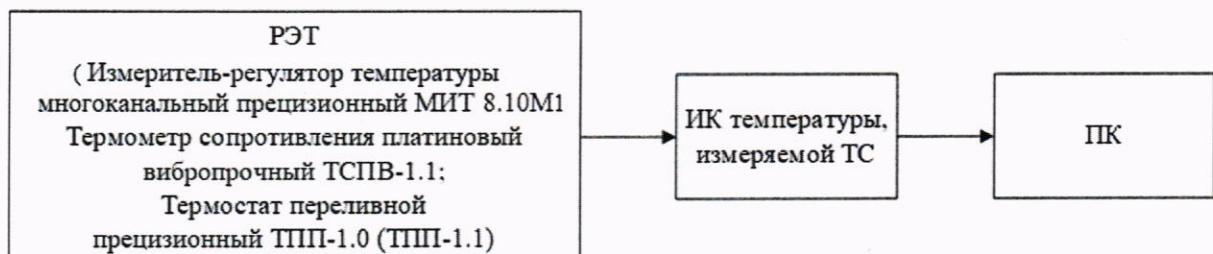


Рисунок 3 - Схема поверки ИК температуры, измеряемой ТСПТ 205 (Pt100), РЭТ МИТ 8.10М1 с ТСПВ-1.1 и ТПП-1.0 (ТПП-1.1)

- Поэлементным способом в нижеприведенной последовательности.

Проверку каждого ИК поэлементным способом выполнять в 2 этапа:

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

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

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

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

Примечание – Поэлементную поверку проводить, если оставшийся срок действия поверки ПИП более 1 года.

Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

- подключить ИК без ПИП к РЭТ (магазин сопротивления Р4831) по схеме, приведенной на рисунке 4;

- провести измерения температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазоне от 0 до 200 °C.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости (сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры) устанавливать с помощью магазина сопротивления Р4831, в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Наименование параметра ИК	Диапазон измерений ИК	Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости, °C	Номинальные значения сопротивления, Ом
Температура воздуха (газов) и жидкости	от 0 до 200 °C	0; 50; 100; 150; 200	100,00; 119,397; 138,506; 157,325; 175,856

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.

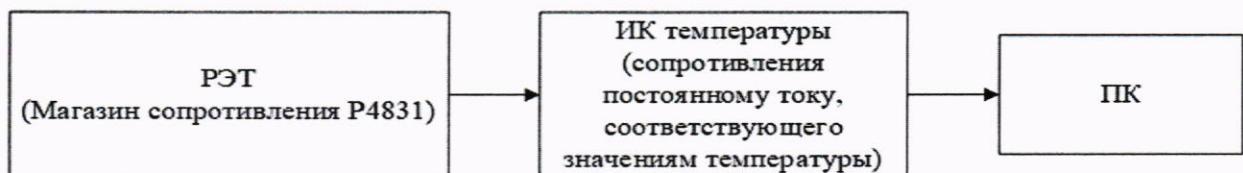


Рисунок 4 - Схема поверки ИК температуры (сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры), РЭТ магазин сопротивления Р4831

10.5.2 Результаты операции поверки считать положительными, если значения суммарной погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТСПТ 205 (Pt100), и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, находятся в допускаемых пределах, указанных в таблицах 1 и 2, ПИП имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.6 Определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТП, и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры

10.6.1 Погрешности измерений воздуха (газов) и жидкости, измеряемой КТХА (К), и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, определить одним из следующих способов

• комплектным способом в следующей последовательности:

- подключить ИК температуры к РЭТ (измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 с термометром сопротивления платиновым вибропрочным ТСПВ-1.1, преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО) и термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (калибратор температур КТ-3) по схеме, приведенной на рисунке 5.



Рисунок 5 - Схема поверки ИК температуры, измеряемой КТХА (К), РЭТ МИТ 8.10М1 с ТСПВ-1.1 (ТППО) и ТПП-1.0 (КТ-3)

- провести измерения ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазонах от 10 до 1000 °C.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости устанавливать с помощью термостата переливного прецизионного ТПП-1.0 (калибратора температур КТ-3) в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Наименование параметра ИК	РЭТ	Диапазон измерений ИК	Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости
Температура воздуха (газов) и жидкости	Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1.1; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0	от 10 до 200 °C включительно	10; 100; 150; 200 °C
	Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1; Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО; Калибратор температур КТ-3	свыше 200 до 1000 °C	300; 400; 600; 700; 800; 900; 1000 °C

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.

• Поэлементным способом в нижеприведенной последовательности.

Проверку каждого ИК поэлементным способом выполнять в 2 этапа:

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

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

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

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

Примечание – Поэлементную поверку проводить, если оставшийся срок действия поверки ПИП более 1 года.

Проверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

- подключить ИК без ПИП к РЭТ (калибратор-измеритель стандартных сигналов АКИП-7301) по схеме, приведенной на рисунке 6;

- провести измерения температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазоне от 10 до 1000 °C.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости устанавливать с помощью калибратора-измерителя стандартных сигналов АКИП-7301, в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12

Наименование параметра ИК	Диапазон измерений ИК	Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости
Температура воздуха (газов) и жидкости	от 10 до 1000 °C	10; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 700; 800; 900; 1000 °C

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в пункте 10.12 МП.

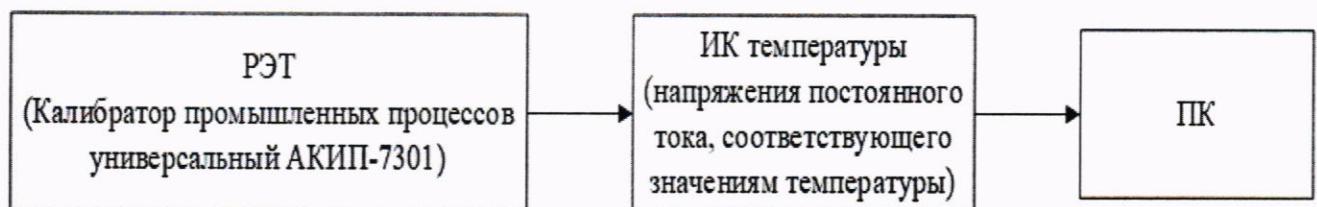


Рисунок 6 - Схема поверки ИК температуры (напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры), РЭТ калибратор промышленных процессов универсальный АКИП-7301

10.6.2 Результаты операции поверки считать положительными, если значения суммарной погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой КТХА (К), и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в заданных диапазонах измерений, находятся в допускаемых пределах, указанных в таблицах 1 и 2, ПИП имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.7 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов

10.7.1 ИК объемного расхода картерных газов представлен измерителем расхода картерных газов AVL 442, который подключается по цифровому интерфейсу и поверяется в соответствии с установленной методикой поверки.

10.7.2 Результаты операции поверки считать положительными если измеритель расхода картерных газов AVL 442 имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.7.3 В случае невыполнения условий, указанных в п. 10.7.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.8 Определение абсолютной погрешности измерений массы жидкости

10.8.1 Измерение массы жидкости осуществляется с помощью весов лабораторных электронных LA4200S, которые поверяются в соответствии с установленной МП.

10.8.2 Результаты операции поверки считать положительными, если весы лабораторные электронные LA4200S имеют действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.8.3 В случае невыполнения условий, указанных в п. 10.8.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.9 Определение относительной погрешности измерений дымности отработавших газов

10.9.1 ИК дымности отработавших газов представлен дымометром AVL 439, который подключается по цифровому интерфейсу и поверяется в соответствии с установленной МП.

10.9.2 Результаты операции поверки считать положительными, если дымометр AVL 439 имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.9.3 В случае невыполнения условий, указанных в п. 10.9.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.10 Определение погрешности измерений концентрации газообразных выбросов вредных веществ отработавших газов

10.10.1 ИК измерений концентрации газообразных выбросов вредных веществ отработавших газов представлены газоанализаторами модели AMA i60 SII R2 EGR и модели SEASAM i60 FT SII, которые подключаются по цифровому интерфейсу и поверяются в соответствии с установленными МП.

10.10.2 Результаты операции поверки считать положительными, если газоанализаторы модели AMA i60 SII R2 EGR и модели SEASAM i60 FT SII имеют действующие свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.10.3 В случае невыполнения условий, указанных в п. 10.10.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.11 Определение погрешности измерений температуры и относительной влажности окружающего воздуха в испытательном боксе

10.11.1 ИК температуры и относительной влажности атмосферного воздуха представлен термогигрометром НМТ330, который подключается по цифровому интерфейсу и поверяется в соответствии с установленной МП.

10.11.2 Результаты операции поверки ИК температуры и относительной влажности атмосферного воздуха считать положительными, если термогигрометр НМТ330 имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.11.3 В случае невыполнения условий, указанных в п.10.11.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.12 Обработка результатов измерений

10.12.1 Расчет характеристик погрешностей

10.12.2 Определение абсолютной погрешности

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

$$\Delta A_i = A_i - A_{\text{э}}, \quad (1)$$

где A_i – значение физической величины в i -той точке;

$A_{\text{э}}$ – значение физической величины, установленное рабочим эталоном.

10.12.3 Определение относительной погрешности

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

$$\delta_i = \pm \frac{\Delta A_i}{|A_{\text{э}}|} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

10.12.4 Расчет значения приведенной (к верхнему пределу ДИ) погрешности ИК

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

$$\gamma_{j_{\text{в}}} = \pm \frac{\Delta A_i}{P_{\text{в}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $P_{\text{в}}$ – значение верхнего предела измерений;

10.12.5 Перевод абсолютной погрешности из электрических величин в физические осуществлять по формуле:

$$\Delta \phi = \pm \frac{\Pi \Pi_{\text{вп}} - \Pi \Pi_{\text{нп}}}{A_{\text{вп}} - A_{\text{нп}}} \cdot \Delta A_{\text{max}}, \quad (4)$$

где $\Delta \phi$ – абсолютная погрешность физической величины;

$A_{\text{вп}}$ ($A_{\text{нп}}$) – верхняя (нижняя) граница измерений электрических величин;

$\Pi \Pi_{\text{вп}}$ ($\Pi \Pi_{\text{нп}}$) – верхняя (нижняя) граница измерений физических величин первичного измерительного преобразователя;

ΔA_{max} – максимальная величина абсолютной погрешности, полученной в результате измерений электрических величин.

10.12.6 Определение суммарной погрешности ИК

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

$$\theta_c = \pm (|\theta_{\text{пп}}| + |\bar{\theta A}|) \quad (5)$$

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

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

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки системы подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца системы или лица, представившего ее на поверку, на систему выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформляются по установленной форме.

Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.С. Шкуркин

Заместитель начальника НИО-10
по организационно-техническим вопросам
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Б.В. Мороз