

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

Западно-Сибирского филиала

ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Ю. Кондаков

«28» апреля 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИ-ВГТД-ТА18

Методика поверки

МП-394-RA.RU.310556-2021

г.Новосибирск

2021 г

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ ..	5
6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	6
7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	8
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	16
12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	17
Приложение А (справочное).....	18
Приложение Б (обязательное)	20
Приложение В	24
Приложение Г (рекомендуемое)....	25

ОБОЗНАЧЕНИЯ

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
ВГТД – вспомогательный газотурбинный двигатель;
ВП – верхний предел диапазона измерений;
ИВ – измеренная величина (значение);
ИК – измерительный канал;
МП – методика поверки;
МХ – метрологические характеристики;
НЗ – нормируемое значение;
НСХ – номинальная статическая характеристика;
ПИП – первичный измерительный преобразователь;
ПО – программное обеспечение;
РЭ – руководство по эксплуатации;
СИ – средство измерений;
ССД – система сбора данных;
ЭД – эксплуатационная документация;
ТХА(К) – термоэлектрический преобразователь (хромель/алюмель);
FL-157A-003 – нормализатор сигнала частоты.

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную СИ-ВГТД-ТА18 (далее – система), зав. номер 1, изготовленную ООО «ИнСис Лтд», г. Москва и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При проведении поверок должна обеспечиваться прослеживаемость результатов измерений к:

Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ) единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ1-2022;

ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ34-2020;

ГПЭ единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц ГЭТ153-2019;

ГПЭ единицы электрического напряжения ГЭТ 13-01;

ГПЭ единицы давления-паскаля ГЭТ 23-2010;

ГПЭ единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;

ГПСЭ единицы объемного и массового расхода нефтепродуктов ГЭТ 120-210;

ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91;

ГПСЭ единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ58-2018.

При выходе из строя одного или нескольких измерительных каналов первичную поверку после ремонта допускается проводить только в отношении измерительных каналов, подвергнутых ремонту.

При отключении и снятии первичных преобразователей в целях проведения их периодической поверки допускается поверку измерительного канала после установки первичного преобразователя не проводить.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки системы должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10		
Определение погрешностей измерений давления воздуха и жидкостей (топлива, масла) ^{1), 2)}	10.1	Да	Да
Определение погрешности измерений температуры воздуха и жидкостей ²⁾	10.2	Да	Да
Определение погрешности ИК преобразования сигналов термопар ТХА(К) ¹⁾	10.3	Да	Да
Определение погрешностей объемного расхода топлива ²⁾	10.4	Да	Да
Определение погрешности измерений частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения ротора ¹⁾	10.5	Да	Да
Определение погрешности измерений электрической мощности в нагрузке генератора ²⁾	10.6	Да	Да

Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока на клеммах стартера и бортовой сети ¹⁾	10.7	Да	Да
Определение погрешности измерений силы постоянного тока в цепи стартера ²⁾	10.8	Да	Да
Определение погрешности измерений параметров вибрации корпуса двигателя ²⁾	10.9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да
¹⁾ Поверка осуществляется комплектным способом			
²⁾ Поверка осуществляется поэлементным способом			

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха °С от 15 до 25;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, мм. рт. ст. (кПа) от 96 до 104 (от 720 до 780);
- напряжение сети переменного тока, В от 198 до 242;
- частота переменного тока, ГЦ от 49,6 до 50,4.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1. К поверке допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, квалифицированные в качестве поверителя, изучившие РЭ системы и используемых при поверке эталонов, знающие принцип действия используемых СИ, имеющие навыки работы на персональном компьютере.

4.2. 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 не ниже 3.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. Перечень основных и вспомогательных средств поверки, которые должны применяться для проведения поверки, и их технические и метрологические характеристики приведён в таблице 2.

5.2. Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик системы с точностью не ниже, чем при применении указанных средств поверки.

Таблица 2 – Основные и вспомогательные средства поверки (СП)

Номер пункта МП	Наименование эталонного СИ или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные метрологические и технические характеристики	Метрологические характеристики СИ, требования к оборудованию
10.1	Преобразователи давления эталонные ПДИ-010 (Рег. № 33587-12): ПДЭ-010-ДИ-120-В ПДЭ-010-ДИ-130-В ПДЭ-010-ДИ-150-В ПДЭ-010-ДИ-160-В	Диапазон измерений избыточного давления: от 0 до 16 кПа от 0 до 100 кПа от 0 до 600 кПа от 0 до 2,5 МПа рабочий эталон 2-го разряда в

Номер пункта МП	Наименование эталонного СИ или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные метрологические и технические характеристики	Метрологические характеристики СИ, требования к оборудованию
		соответствии с ГПС для СИ избыточного давления (Приказ Росстандарта от 29.06.2018)
10.1; 10.2; 10.3; 10.6; 10.8	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (Рег.№ 35062-07): пределы допускаемой основной абсолютной погрешности; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности; пределы допускаемой основной абсолютной и где U , I -воспроизводимые значения напряжения, силы постоянного тока соответственно	ПГ воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm 0,015$ Ом в диапазоне от 0 до 180 Ом; ПГ воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 3)$ мкВ в диапазоне от минус 10 до 100 мВ погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm (10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА в диапазоне от 0 до 25 мА ПГ воспроизведения температуры: $\pm 0,03$ °С в диапазоне от минус 200 до 200 °С (тип ТС 100П, Pt100) $\pm 0,3$ °С в диапазоне от минус 210 до 1300°С (тип термоэлектрического преобразователя ТХА (К))
10.3	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ4 №2 (Рег.№62806-15)	Диапазон от 0 до +55 °С Ц. дел. 0,1 °С. ПГ $\pm 0,2$ °С
10.7; 10.9	Прибор для поверки вольтметров программируемый В1-13 (Рег. №6014-77)	ПГ воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (5 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 40)$ мкВ) в поддиапазонах от 0 до 10 В и от 0 до 100 В, где U_k –значения воспроизводимого напряжения
10.4; 10.5	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 (Рег.№ 5460-76):	диапазон воспроизводимых часто от 0,1 до 19999999,99 Гц, ПГ установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ Гц
Вспомогательные средства поверки		
10.1	Задатчик давления PV411A	Диапазон задаваемого избыточного давления воздуха от 0 до 6 МПа, Диапазон задаваемого избыточного давления жидкости от 0 до 70 МПа
10.1- 10.9	Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1.	Диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 1100 гПа.
	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7/1-Щ.	Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 99 %. Диапазон измерений температуры от минус 45 до плюс 120 °С.
Примечания 1.Применяемые средства поверки должны быть исправны, и иметь действующие результаты поверки.		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При проведении поверки системы необходимо соблюдать:

- правила безопасности, действующие на предприятии ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.1.004-91;
- правила безопасности, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г. № 328н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- общие правила выполнения работ в соответствии с эксплуатационной документацией по требованиям безопасности изготовителя.

6.2. Работы по выполнению поверки систем должны проводиться по согласованию с лицом, ответственным за их эксплуатацию.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При внешнем осмотре системы устанавливают соответствие следующим требованиям:

7.1.1. соответствие следующим требованиям:

- комплектность согласно формуляру ИНСИ.425852.000.00 ФО;
- маркировку согласно руководству по эксплуатации ИНСИ.425852.000.00 РЭ;
- наличие и сохранность пломб (согласно сборочным чертежам);
- герметичность магистралей измерения давления.

7.1.2. Отсутствие внешних повреждений, которые могут влиять на работу системы, при этом должно быть обеспечено: надежное крепление соединителей и разъемов, отсутствие нарушений экранировки кабелей, качественное заземление.

7.1.3. Наличие действующих результатов поверки измерительных компонентов утвержденного типа, входящие в состав системы и подлежащие поверке по отдельным методикам поверки при условии, что срок действия результатов поверки истекает не менее чем через 3 месяца после даты проведения поверки системы.

7.2. При невыполнении условий п.7.1.3 проводится поверка измерительных компонентов:

7.2.1. Преобразователей давления измерительных АИР-10 в соответствии с документом НКГЖ.406233.018МП «Преобразователи давления измерительные АИР-10. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИМС» 23.01.2014 г.

7.2.2. Датчик давления «ЭЛЕМЕР-100-ДД» – в соответствии с разделом «Методика поверки» документа «НКГЖ.406233.029РЭ «Датчики давления «ЭЛЕМЕР-100». Руководство по эксплуатации», согласованным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ» 28.10.2008 г.

7.2.3. Термопреобразователи сопротивления ДТС-105-100П, ТС-1288 по ГОСТ 8.461-2009.

7.2.4. Термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-2700 по документу МИ 4211-018-2013 «Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом Метран-2700. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в июне 2013 г.

7.2.5. Расходомер-счетчик жидкости и газа ОР-2-С-Ж по методике поверки КУНИ.407279.001МП, утвержденной ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ 06.01.2000 г.

7.2.6. Преобразователи измерительные активной мощности ПИМ-30-ТА по документу МП 206.1-053-2019 «Преобразователи активной мощности измерительные ПИМ. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 08.05.2019 г.

7.2.7. Шунт измерительный стационарный 75 ШИСВ.1-2000) в соответствии с документом МИ1991 ГСИ. «Шунты постоянного тока. Методика поверки».

7.2.8. Аппаратура измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М в комплекте с вибропреобразователями МВ-44-1Г) по документу ЖЯИУ.421431.003 МП. «Аппаратура измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М. Методика поверки», согласованному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 29 марта 2010 г.

7.2.9. Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 по документу «МП-242-1343-2012 Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 31 августа 2012 г.

7.2.10. Барометр рабочий сетевой БРС-1М по документу МИ 2699-2001 «ГСИ. Барометры вибрационные частотные. Методика поверки».

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если подтверждены:

- герметичность магистралей измерения давлений;
- соответствие комплектности –ИНСИ.425852.000.00 ФО;
- соответствие маркировки –ИНСИ.425852.000.00 РЭ;
- наличие и сохранность пломб в соответствии сборочным чертежам;
- отсутствие внешних повреждений измерительных комплексных, связующих и вспомогательных компонентов системы, могущих повлиять на их работоспособность;
- наличие действующих результатов поверки на все измерительные компоненты утвержденного типа, входящие в состав системы, при условии, что срок действия результатов поверки истекает не ранее чем через 3 месяца после даты проведения поверки системы.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. При подготовке к поверке проводят следующие работы:

8.1.1. Проверяют соответствие условий поверки требованиям раздела 2 используя средства измерений, входящие в состав системы и, в случае необходимости, принимают меры по обеспечению условий поверки.

8.1.2. Подготавливают к работе все основные и вспомогательные средства поверки согласно их РЭ

8.1.3. При отключенном электропитании отключают выходы первичных преобразователей от измерительных цепей измерительных каналов (за исключением первичных преобразователей давления ИК, поверку которых предполагается проводить комплектным методом)

8.1.4. При планировании поверки ИК давления комплектным методом отключают входы ПИП давления от воздушных и жидкостных магистралей, давление в которых они должны измерять.

8.1.5. Обеспечивают оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входе ИК;

8.1.6. При опробовании проверяют правильность функционирования ИК системы. Для этого задают на входе ИК с помощью эталонов физическую величину и изменяют ее значение в пределах рабочего диапазона, наблюдая соответствующие изменения на экране монитора АРМ.

8.2. Допускается проводить опробование до или во время проверки метрологических характеристик ИК системы.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1. Проверку идентификационных данных (признаков) метрологически значимой части ПО провести в соответствии с руководством оператора ИНСИ.425852.000.00 РО.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Сервер параметров
Идентификационное наименование ПО	insys_server22-1.exe
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.25.11
Цифровой идентификатор ПО	8ad57fc714aa5db2b04ec08b4b6aafa3
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Библиотека вычисления расчетных параметров 1
Идентификационное наименование ПО	insysformula.dll
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.5

Цифровой идентификатор ПО	7a599dc75816d50ad058ad75c599d706
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
Продолжение таблицы 3	
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Библиотека вычисления расчетных параметров 2
Идентификационное наименование ПО	srv_dll_mass_air_flow_calc.dll
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.5
Цифровой идентификатор ПО	7ccdba12e1cdc20a7c2f336b831dd7f3
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Библиотека вычисления расчетных параметров 3
Идентификационное наименование ПО	srv_dll_therm_resist_calc.dll
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.1.2
Цифровой идентификатор ПО	9296c8f80036d4d6ae39e8866af82b8b
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Библиотека настройки аппаратной части ИК 1
Идентификационное наименование ПО	SSD_Static.exe
Номер версии (идентификационный номер ПО)	4.12.7
Цифровой идентификатор ПО	ec9d078402f6bdfeba39b5775a3cbf79
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Библиотека настройки аппаратной части ИК 2
Идентификационное наименование ПО	ssd2_startup.rtxe
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.1.0
Цифровой идентификатор ПО	d535df8777ddd2fd81ebde2fed7c18af
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	Метрология
Идентификационное наименование ПО	Metrology.exe
Номер версии (идентификационный номер ПО)	3.12.3
Цифровой идентификатор ПО	89c8ee7b1c9e449b3b7c636859802232
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5

Результат проверки считают положительным, если идентификаторы метрологически значимых частей ПО (номер версии, цифровой идентификатор), отображаемые на мониторе АРМ, соответствует данным, приведенным в таблице 3.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. Определение погрешностей ИК давления воздуха и жидкостей.

10.1.1. Определение погрешностей ИК давления воздуха и жидкостей проводят для каждого ИК давления комплектным методом. Для этого:

- отсоединяют вход ПИП давления (преобразователи давления измерительные АИР-10L, АИР-10Н «ЭЛЕМЕР-100») от магистрали давления испытательного стенда и соединяют его с датчиком давления (пнеumoгидравлический насос PV11A) и преобразователем давления эталонный ПДЭ-010 в комплекте с калибратором-измерителем унифицированных сигналов эталонным ИКСУ-260 по схеме, приведенной на рисунке 1;

- настраивают ИКСУ-260 на требуемый диапазон измерений, используют меню ИКСУ-260, в соответствии с РЭ на ИКСУ-260;

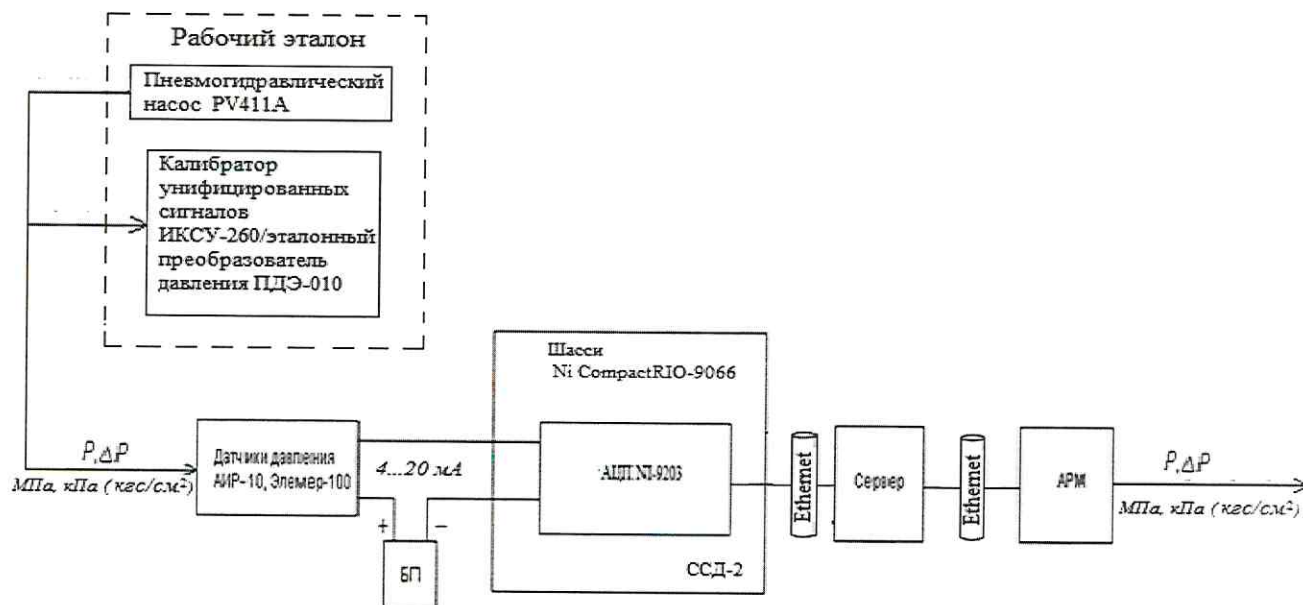


Рисунок 1 – Схема определения погрешности ИК давления комплектным методом.

- выполняют операции по п. Б1 приложения Б, подставляя вместо X_k значения P_k , задаваемое пневмогидравлическим насосом и контролируемое по показаниям ИКСУ-260, а вместо Y_{kij} – выходной сигнал ИК в единицах давления.

10.1.2. Допускается определение диапазонов и погрешностей ИК давления воздуха и жидкостей поэлементным методом. Для этого:

- в испытуемом ИК отключают ПИП (датчик или преобразователь давления) от линии связи, соединяющей ПИП со вторичным преобразователем и подключают к линии эталонный калибратор ИКСУ-260, в соответствии с рисунком 2;
- настраивают ИКСУ-260 на диапазон воспроизведения силы постоянного тока 0 – 25 мА, используя меню ИКСУ-260, в соответствии с РЭ на ИКСУ-260;
- рассчитывают значения постоянного тока I_k на выходе калибратора, имитирующие сигналы преобразователей давления, в k-й проверяемой точке, по формуле

$$I_k = I_L + \frac{P_k}{P_U} \cdot (I_U - I_L), \quad (17)$$

где: $k = 1, 2, \dots, l$ – номер проверяемой точки

P_k – значение давления в k-й проверяемой точке в единицах измеряемого давления;

P_U – верхний предел измерения давления;

I_L – значение постоянного тока, соответствующее нижней границе диапазона измерения имитируемого преобразователя давления (в случае преобразователей, используемых в системе $I_L = 4$ мА);

I_U – значение постоянного тока, соответствующее верхней границе диапазона измерения имитируемого преобразователя давления (в случае преобразователей, используемых в системе $I_U = 20$ мА);

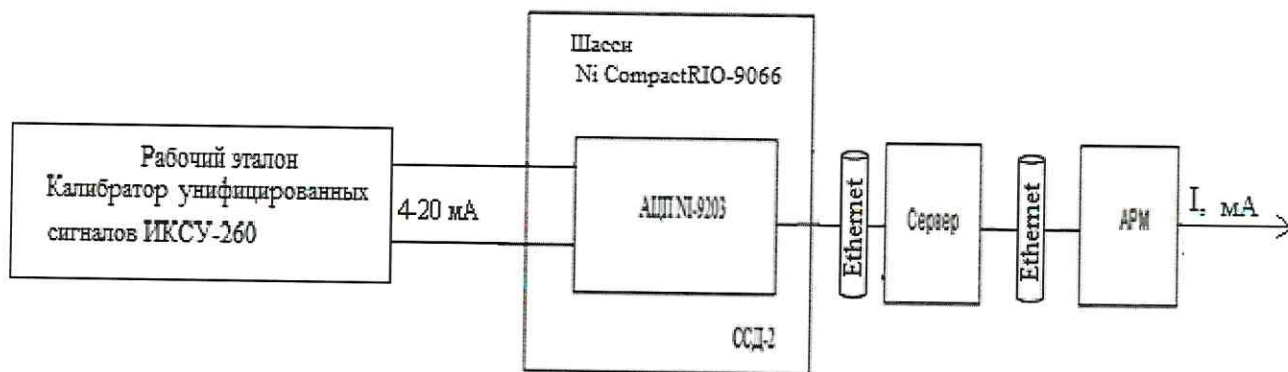


Рисунок 2 – Схема определения погрешности ИК давления поэлементным методом.

- выполняют операции по п. Б1 приложения Б, подставляя вместо X_k значения P_k , из формулы (17), имитируемые значением тока I_i на выходе калибратора ИКСУ-260, а вместо Y_{ij} – выходной сигнал ИК в единицах давления;
- выполняют операции по п. Б2 приложения Б, используя для определения основной $\Delta_{ок}$ и дополнительной Δ_{tk} абсолютных погрешностей ПИП соответствующие данные, указанные в ЭД на датчики давления АИР-10 или в приложении А.

10.2. Определение погрешности измерений температуры воздуха и жидкостей.

10.2.1. Для определения погрешности измерений температуры части ИК, к которых в качестве первичных преобразователей используются термометры сопротивления (ДТС 105-100П, ТС-1288-Pt-100), собирают схему, представленную на рисунке 3, на которой вместо термометра сопротивления на вход ИК подключают калибратор ИКСУ-260, предварительно переведенный в режим воспроизведения сигналов сопротивления постоянному току и проводят проверку погрешности в следующей последовательности:

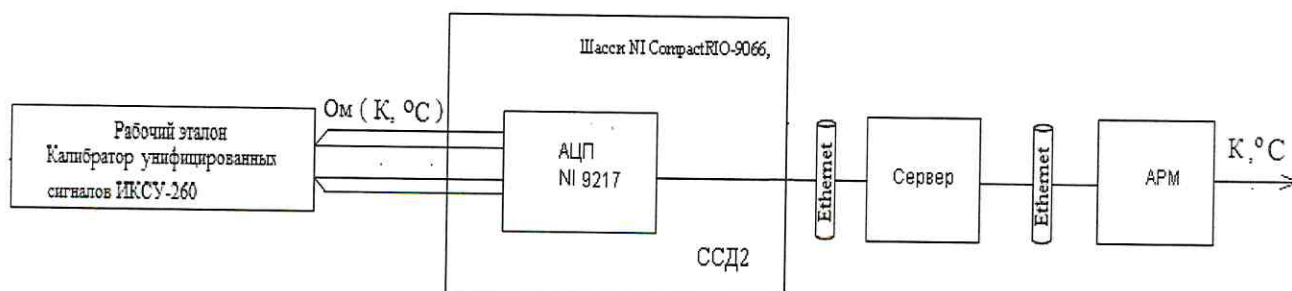


Рисунок 3 – Схема проверки погрешностей ИК температуры с термосопротивлениями.

- выполняют операции по п. Б1 приложения Б, подставляя в качестве X_k значения $t_k, ^\circ C$ (K), имитируемые значениями сопротивлением $R_i, \text{ Ом}$ для соответствующего типа термопреобразователей сопротивления по таблицам ГОСТ6651-2009 (или по интерполяционному полиному) последовательно задаваемыми на выходе калибратора ИКСУ-260, а в качестве Y_{kij} – выходной сигнал ИК в единицах температуры, $^\circ C$ (K)).
- выполняют операции по п. Б2 приложения Б, подставляя вместо X_k значения $t_k, ^\circ C$ (K), учитывая, что дополнительная погрешность ПИП Δ_{tk} отсутствует, а основная погрешность $\Delta_{ок}$, соответствует погрешности термометра сопротивления соответствующего класса по ГОСТ6651-2009.

10.2.2. Для определения погрешности измерений температуры части ИК, в которых в качестве первичных преобразователей используются преобразователи с унифицированным токовым выходом (Метран-2700) выполняют следующие операции:

- в поверяемом ИК отключают ПИП (преобразователь Метран-2700) от линии связи, соединяющей ПИП со вторичным преобразователем и подключают к линии эталонный калибратор ИКСУ-260, в соответствии с рисунком 2;
- настраивают ИКСУ-260 на диапазон воспроизведения силы постоянного тока 0 – 25 мА, используя меню ИКСУ, в соответствии с РЭ на ИКСУ-260;

- рассчитывают значения постоянного тока I_k , мА на выходе калибратора, соответствующее температуре t_k , по формуле

$$I_k = I_L + \frac{t_k}{t_U} \cdot (I_U - I_L), \quad (18)$$

Где $k=1, 2, \dots, 5$ – номер проверяемой точки;

t_k – значение температуры в k -й проверяемой точке, °С;

t_U – верхний предел диапазона измерения температуры, указанный в паспорте на преобразователь в случае преобразователей, используемых в системе ($t_U=300^\circ\text{C}$);

I_L – значение постоянного тока, соответствующее нижней границе диапазона измерения имитируемой температуры (в случае преобразователей, используемых в системе $I_L=4$ мА);

I_U – значение постоянного тока, соответствующее верхней границе диапазона измерения имитируемой температуры (в случае преобразователей, используемых в системе $I_U=20$ мА).

- выполняют операции по п. Б1 приложения Б, подставляя в качестве X_k значения t_k , °С (К), имитируемые значением тока I_k , мА, а в качестве Y_{kij} – показания температуры, °С (К), (выходной сигнал ИК в единицах температуры, °С (К)).

10.2.3. Выполняют операции по п.Б2, подставляя в качестве X_k значения t_k , °С (К), используя для определения основной $\Delta_{ок}$ и дополнительной, за счет отличия температуры окружающей среды от нормальной, $\Delta_{тк}$ погрешностей соответствующие данные, указанные в ЭД на Метран-2700 или в приложении А.

10.3. Определение диапазона и погрешности ИК преобразования сигналов термопар.

10.3.1. Проверка проводится комплектным методом. Для определения погрешности преобразования сигналов термопар собирают схему, представленную на рисунке 4, на которой в качестве источника напряжения постоянного тока подключают калибратор ИКСУ-260, переведенный в режим воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока. Калибратор подключают только в месте подключения термопары к компенсационным проводам.

Примечание: поскольку преобразователь NI-9219 содержит встроенный датчик для компенсации температуры холодного спая, по приведенной ниже методике определяется суммарная погрешность канала преобразования сигналов термопары и погрешность компенсации температуры холодного спая термопары.

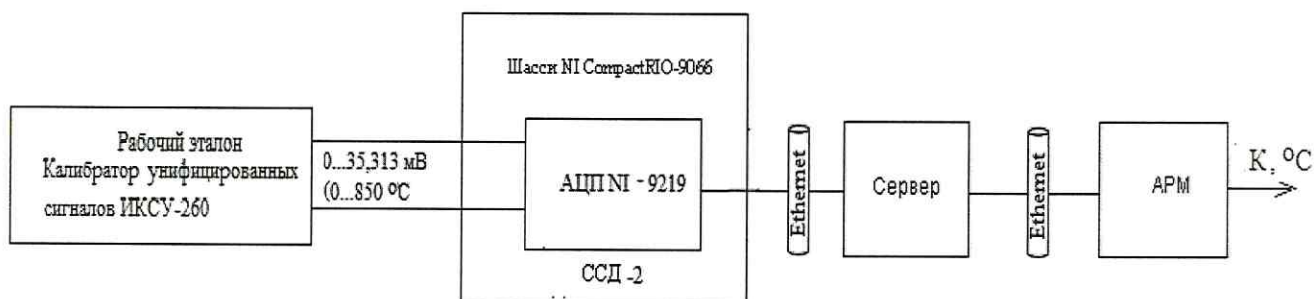


Рисунок 4 – Схема проверки погрешностей ИК преобразования сигналов термопар

10.3.2. Выбирают проверяемые точки t_k , °С, равномерно распределенные по диапазону измеряемых температур и записывают выбранные значения.

10.3.3. Находят для соответствующего типа термопары (ТХА(К)) по таблицам ГОСТ 8.585-2001 (или по аппроксимирующему полиному) значения термоЭДС, U_k , мВ, соответствующие значению температуры t_k .

10.3.4. Измеряют с помощью прецизионного термометра температуру t_{xc} вблизи места подключения холодного спая термопары проверяемого ИК.

10.3.5. Находят по таблицам ГОСТ 8.585-2001 (или по аппроксимирующему полиному) значения термоЭДС, U_{xc} , мВ, соответствующие значению температуры t_{xc} .

10.3.6. Для каждой проверяемой точки рассчитывают значение $X_k = (U_k - U_{xc})$, мВ

10.3.7. Выполняют операции по п. Б1 приложения Б, при этом, в качестве Y_{kij} принимают значения напряжения U_{kij} , найденное по таблицам ГОСТ 8.585-2001 (или по аппроксимирующему полиному) для значения считываемых температур t_{kij} . Допускается преобразовывать в напряжение усредненные по j значение выходной температуры t_{ki} .

10.3.8. Допускается для определения погрешностей ИК температуры Тип К использовать ИКСУ-260 с кабелем ТП типа ТХК с автоматической компенсацией температуры холодного спая. Для этого:

- в испытуемом ИК отключают ПИП (датчик термопары Тип К) от линии связи, соединяющей ПИП со вторичным преобразователем и подключают к линии эталонный калибратор ИКСУ-260 с кабелем ТП типа ТХК. В соответствии с рисунком 4.
- настраивают ИКСУ-260 на диапазон сигнала тип «ТХА К» и выбирают пункт компенсации «Автоматическая», используя меню ИКСУ, в соответствии с РЭ на ИКСУ-260;
- рассчитывают и устанавливают значения температуры t_k . При этом на выходе калибратора формируются сигналы напряжения постоянного тока U_k , имитирующие сигналы преобразователей термоэлектрических с НСХ ХА(К), в k -й проверяемой точке.

10.4. Определение погрешности измерений объемного расхода топлива.

10.4.1. Погрешности ИК объемного расхода топлива определяют поэлементным методом в следующей последовательности:

- отсоединяют электрический кабель ПИП (Расходомер-счетчик жидкости и газа ОР-2-С-Ж) от ИК и с помощью жгута-переходника (Приложение В) подключают к этому кабелю генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 по схеме, приведенной на рисунке 5;

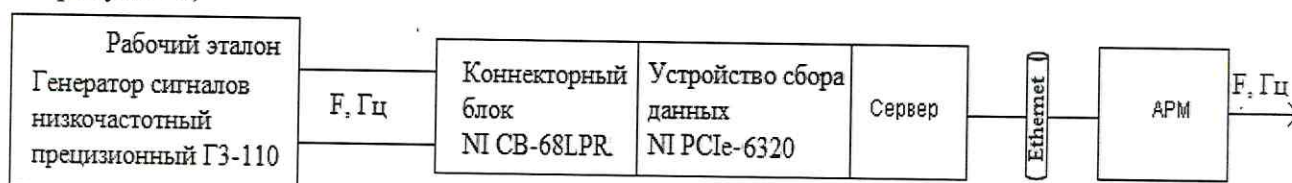


Рисунок 5 – Схема проверки погрешности ИК объемного расхода топлива

- из основного уравнения измерения расходомера

$$Q = V_0 \cdot 10^{-3} \cdot f \cdot 60,$$

где: Q – расход жидкости через расходомер, $\text{дм}^3/\text{м}$ (л/м);

V_0 – рабочий объем, $\text{см}^3/\text{об}$;

f – частота выходного сигнала, Гц.

- из значений переменных уравнения, приведенных в паспорте расходомера, находят значение выходной частоты f_k , Гц, соответствующее значению расхода Q_k $\text{дм}^3/\text{ч}$ (л/ч) в k -й проверяемой точке по формуле

$$f_k = \frac{Q_i}{7,2}, \text{ Гц} \quad (19)$$

10.4.2. Выполняют операции по п. Б1 приложения Б, устанавливая на входе ИК частоту f_k и используя в качестве X_k значения Q_k $\text{дм}^3/\text{ч}$, а в качестве Y_{kij} – показания расхода Q_{kij} , $\text{дм}^3/\text{ч}$ (л/ч), считываемые на выходе ИК.

10.4.3. Выполняют операции по п. Б2 приложения Б, используя для определения основной $\Delta_{ок}$ и дополнительной, за счет отличия температуры окружающей среды от нормальной, $\Delta_{тк}$ погрешностей соответствующие данные, указанные в ЭД на расходомер ОР-2-С-Ж или в приложении А.

10.5. Определение погрешности измерений частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения ротора.

10.5.1. Погрешности ИК частоты электрических сигналов, соответствующей значению частоты вращения ротора, определяют комплектным способом в следующей последовательности:

- подключают вход ИК частоты электрических сигналов с помощью жгута-переходника (Приложение В) к ГЗ-110 по схеме, приведенной на рисунке 6.

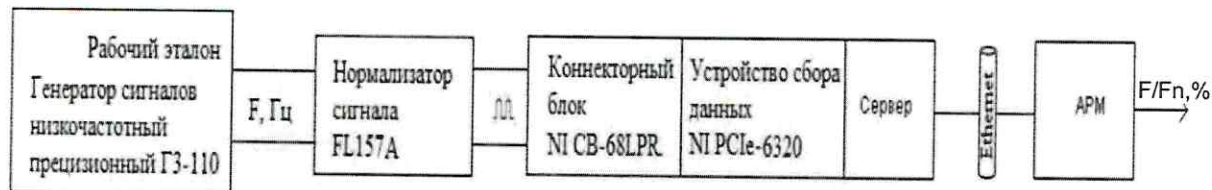


Рисунок 6 – Схема определения погрешности измерений частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения ротора

- в соответствии с заданным диапазоном измеряемых частот в % от номинального значения f_n (от 5 до 108%), определяют диапазон измеряемых частот от $0,05 \cdot f_n$ до $1,08 \cdot f_n$, Гц, где f_n – номинальная частота сигнала 6027,88 Гц, что соответствует диапазону частот от 301,39 до 6510,11 Гц.
- выполняют операции по п. Б1 приложения Б, задавая на выходе генератора и подставляя в качестве X_k значения частоты f_k , Гц. В качестве Y_{kij} используют величину f_{kij} , определяемую по формуле

$$f_{kij} = q_{kij} \cdot f_n / 100, \text{ Гц} \quad (20)$$

где q_{kij} – значение частоты, % от номинальной, считываемое на выходе ИК.

10.6. Определение погрешности измерений электрической мощности в нагрузке генератора.

10.6.1. Погрешности измерений ИК электрической мощности в нагрузке генератора определяют поэлементным способом в следующей последовательности:

- в испытуемом ИК отключают ПИП (Преобразователь мощности ПИМ-30-ТА) от линии связи, соединяющей ПИП со вторичным преобразователем и подключают к линии эталонный калибратор ИКСУ-260, в соответствии с рисунком 2.
- настраивают ИКСУ-260 на диапазон воспроизведения силы постоянного тока 0 – 25 мА, используя меню ИКСУ, в соответствии с РЭ на ИКСУ-260.

10.6.2. Рассчитывают значения постоянного тока I_k на выходе калибратора, имитирующие сигналы преобразователей мощности, в k -й проверяемой точке диапазона, по формуле

$$I_k = I_L + \frac{P_k}{P_U} \cdot (I_U - I_L), \quad (21)$$

где: $k=1, 2, \dots, 5$ – номер проверяемой точки;

P_k – значение активной мощности, кВт в k -й проверяемой точке;

P_U – верхний предел измерения мощности;

I_L – значение постоянного тока, соответствующее нижней границе диапазона измерения имитируемой активной мощности (в случае преобразователей, используемых в системе $I_L=4$ мА);

I_U – значение постоянного тока, соответствующее верхней границе диапазона измерения активной мощности (в случае преобразователей, используемых в системе $I_U=20$ мА).

10.6.3. Выполняют операции по п. Б1 приложения Б, устанавливая на выходе калибратора значение тока I_k , определенное из формулы (21) и используя в качестве значения X_k значения задаваемой мощности P_k . В качестве Y_{kij} используют величину P_{kij} , считываемую с выхода ИК.

10.6.4. Выполняют операции по п. Б2 приложения Б, используя для определения основной $\Delta_{ок}$ и дополнительной $\Delta_{тк}$ абсолютных погрешностей ПИП соответствующие данные, указанные в ЭД на преобразователь мощности ПИМ-30-ТА или в приложении А.

10.7. Определение диапазона и погрешностей ИК напряжения постоянного тока на клеммах стартера и бортовой сети.

10.7.1. Погрешности измерений напряжения постоянного тока на клеммах стартера и бортовой сети определяют комплектным способом в следующей последовательности:

- подготавливают к работе прибор для поверки вольтметров программируемый В1-13 в соответствии с его руководством по эксплуатации.

10.7.2. Подключают В1-13 ко входу ИК, в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 7.

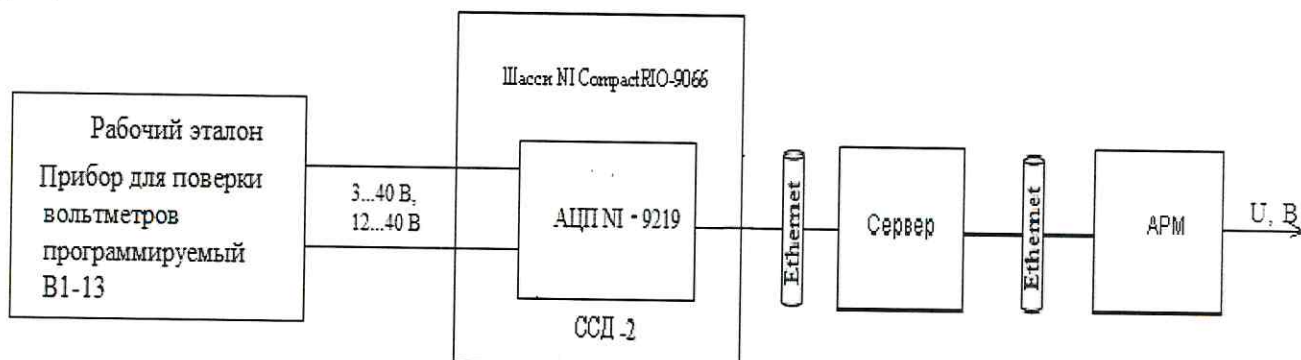


Рисунок 7. Определение погрешностей ИК напряжения постоянного тока на клеммах стартера и бортовой сети

10.7.3. Измерения проводят для диапазона входных напряжений от 3 до 40 В. Выполняют операции по п. Б1 приложения Б устанавливая на выходе В1-13 значения напряжения U_k , В и используя в качестве значения X_k . В качестве Y_{kij} используют величину U_{kij} , считываемую с выхода ИК.

10.8. Определение диапазона и погрешности измерений силы постоянного тока в цепи стартера

10.8.1. Погрешность ИК силы постоянного тока в цепи стартера определяют поэлементным методом в следующей последовательности:

10.8.2. В испытуемом ИК отключают ПИП (шунт 75ШИСВ) от линии связи, соединяющей ПИП со вторичным преобразователем и подключают к линии калибратор ИКСУ-260. В соответствии с рисунком 7

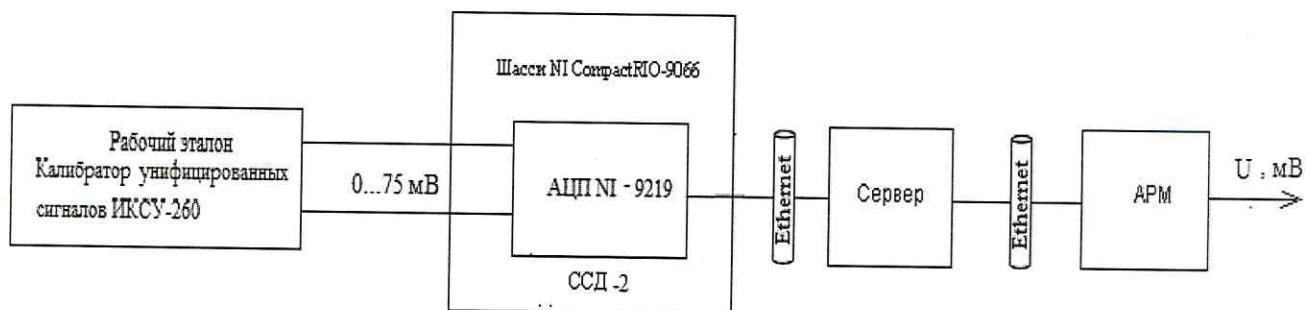


Рисунок 8 – Схема определения погрешности измерений силы постоянного тока в цепи стартера

10.8.3. Настраивают ИКСУ-260 на диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 10 до 100 мВ, используя меню ИКСУ, в соответствии с РЭ на ИКСУ-260

10.8.4. Вычисляют значения напряжения постоянного тока U_k , пропорциональные измеряемому току I_k

$$U_k = I_k \cdot R,$$

где R – номинальное сопротивление шунта, указанное в паспорте на шунт 75ШИСВ.

10.8.5. Выполняют операции по п. Б1 приложения Б, устанавливая на выходе ИКСУ-260 значения напряжения U_k , В и используя в качестве значения X_k значение имитируемого тока I_k . В качестве Y_{kij} используют величину тока I_{kij} , считываемую с выхода ИК.

10.8.6. Выполняют операции по п. Б2, приложения Б, используя для определения основной $\Delta_{ок}$ и дополнительной $\Delta_{тк}$ абсолютных погрешностей ПИП соответствующие данные, указанные в ЭД на шунт 75ШИСВ или Приложения А.

10.9. Определение погрешности измерений параметров вибрации (виброскорость) корпуса двигателя.

10.9.1. Погрешности измерений виброскорости корпуса двигателя определяют поэлементным способом, последовательно для каждого из трех каналов в следующей последовательности:

- В проверяемом ИК отключают ПИП (аппаратура измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М) с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока от 0 до 5 В.
- Подготавливают к работе прибор для поверки вольтметров программируемый В1-13 в соответствии с его руководством по эксплуатации;
- Подключают на вход ИК вместо ПИП прибор В1-13 по схеме, приведенной на рисунке 9;



Рисунок 9 – Схема Определения погрешности измерений параметров вибрации

10.9.2. Выполняют операции по п. Б1 приложения Б для значений виброскорости V_k , мм/с в диапазоне измерения от 5 до 50 мм/с, устанавливая на выходе В1-13 значения напряжения $U_k = 0,1 \cdot V_k$, В и используя в качестве значения X_k значение имитируемой виброскорости V_k . В качестве Y_{kij} используют величину виброскорости V_{kij} , мм/с, считываемую с выхода ИК.

10.9.3. Выполняют операции по п. Б2 приложения Б, используя для определения основной погрешности ПИП данные из эксплуатационной документации ИВ-Д-СФ-3М. В качестве дополнительной погрешности $\Delta_{тк}$, за счет отличия рабочей температуры ПИП от нормальной, используют дополнительную погрешность, указанную в ЭД на преобразователь МВ-44Г.

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1. Система измерительная СИ-ВГТД-ТА подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если:

11.2. Результаты внешнего осмотра системы и ее компонентов признаны удовлетворительными.

11.3. Установлено наличие действующих результатов поверки измерительных компонентов утвержденного типа, входящие в состав системы и подлежащие поверке по отдельным методикам поверки при условии, что срок действия результатов поверки истекает не менее чем через 3 месяца после даты проведения поверки системы.

11.4. Результаты опробования подтверждают работоспособность всех ИК, входящих в состав системы.

11.5. Идентификационные признаки всех модулей программного обеспечения системы соответствуют установленным при утверждении типа системы.

11.6. Погрешности измерительных каналов определенные в процессе поверки в установленных диапазонах измерений в рабочих условиях применения не превышают допускаемых значений, приведенных в Приложении А.

12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1. Результаты поверки системы оформляют протоколами по форме, рекомендуемой в приложении Г.

При проведении поверки с применением ПО «Метрология» допускается использование данных из протоколов, формируемых программой.

12.2. Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносят знак поверки, и выдают свидетельство о поверке средства измерений и в паспорт (формуляр) средства измерений вносят запись о проведенной поверке, заверяемую подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.3. При поверке отдельных измерительных каналов информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений

12.4. При отрицательных результатах поверки система к дальнейшему применению не допускается.

Таблица А1. Метрологические характеристики измерительных каналов и первичных измерительных преобразователей (ПИП) ИИС СИ-ВГТД-ТА18

№ п/п	ИК	Диапазон измерения	Пределы допускаемой погрешности в рабочих условиях применения	Тип, модификация ПИП	Пределы допускаемой основной погрешности ПИП	Пределы допускаемой дополнительной погрешности из-за отклонения температуры от нормальной γ на 10 °С
1	Давление масла	от 0 до 0,588 МПа	$\pm 1,0\%$ (γ от ВП)	АИР-10L-ДИ-ИМ600-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,25\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,2\%$
2	Давление топлива на входе в двигатель	от 0 до 0,245 МПа		АИР-10L-ДИ-ИМ400-2,5 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП (0,25 МПа))	$\pm 0,2\%$
3	Давление масла в корпусе опор	от 0 до 0,157 МПа		АИР-10L-ДИ-ИМ160-1,6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,4\%$ (γ от ВП (0,16 МПа))	$\pm 0,2\%$
4	Давление масла в полости редуктора	от 0 до 0,098 МПа		АИР-10L-ДИ-ИМ160-1,0 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП (0,1 МПа))	$\pm 0,2\%$
5	Давление масла консервации	от 0 до 0,245 МПа		АИР-10L-ДИ-ИМ400-2,5 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП (0,25 МПа))	$\pm 0,2\%$
6	Давление воздуха за компрессором	от 0 до 0,588 МПа	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП)	АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,1\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,08\%$
7	Давление воздуха на входе в трубу Вентури			АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,1\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,08\%$
8	Давление воздуха в узкой части трубы Вентури			АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,1\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,08\%$
9	Давление воздуха за клапаном перепуска			АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,1\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,08\%$
10	Давление отбираемого воздуха			АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,1\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,08\%$
11	Давление воздуха перед мерным соплом	от 0 до 19,61 кПа	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП)	АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	$\pm 0,1\%$ (γ от ВП (0,6 МПа))	$\pm 0,08\%$
12	Перепад давления воздуха на мерном сопле			Элемер-100-ДИ-1430-0.25 кгс/см ² - t3	$\pm 0,15\%$ (γ от ВП (25 кПа))	$\pm 0,15\%$
13	Температура воздуха на входе в двигатель	от 278 до 308 К (от +5 до +35 °С)	$\pm 0,5\%$ (δ)	Термопреобразователь ДТС105-100П-А	$\pm (0,15 + 0,002 t)$ (Δ)	-
14	Температура топлива	от 263 до 353 К (от -10 до +80 °С)	$\pm 1,5\%$ (γ от НЗ) ²⁾ НЗ= 90 °С	Термопреобразователь ДТС105-100П-В	$\pm (0,3 + 0,005 t)$ (Δ)	-

№ п/п	ИК	Диапазон измерения	Пределы допускаемой погрешности в рабочих условиях применения	Тип, модификация ПИП	Пределы допускаемой основной погрешности ПИП	Пределы допускаемой дополнителной погрешности из-за отличия температуры от нормальной γ % на 10 °C
15	Температура отбираемого воздуха	от 273 до 573 К (от 0 до 300 °C)	$\pm 1,0$ % (γ от ВП) ВП=573 К	Термопреобразователь Метран-2700	$\pm 0,25$ % (γ от ВП)	$\pm 0,1$ %
16	Температура масла консервации	от 273 до 373 К (от 0 до 100 °C)	$\pm 1,5$ % (γ от НЗ) НЗ= 100 °C	Термопреобразователь 1288-Rt100-B	$\pm (0,3 + 0,005 t)$ (Δ)	-
17	Температура газа за турбиной	от 0 до 35,313 мВ (от 0 до 850 °C)	$\pm 0,2$ % (γ от НЗ)	ТХА(К)* по ГОСТ Р 8.585-2001	-	-
18	Частота вращения ротора	от 301,39 до 6510,11 Гц (от 5 до 108 % от f_n $f_n=6027,88$ Гц)	$\pm 0,15$ % (γ от НЗ)	Датчик частоты вращения ДТА-15*	-	-
19- 21	Мощность генератора 3-х фазного (на активной нагрузке)	от 0 до 30 кВт (в одной фазе)	$\pm 2,5$ % (γ от ВП)	Преобразователи активной мощности ПИМ-30-ГА	$\pm 1,5$ % (γ от ВП)	$\pm 0,5$ % (γ от ВП)
22	Ток в цепи стартера двигателя	от 0 до 2000 А	$\pm 1,5$ % (γ от ВП)	Шунт 75ПИСВ-2000-0,5	$\pm 0,5$ % (γ от ВП)	$\pm 0,1$ %
23	Расход топлива объёмный	от 72 до 240 л/ч	$\pm 0,3$ % (δ)	Расходомер-счётчик ОР-2-С-Ж-0,6	$\pm 0,25$ % δ	$\pm 0,036$ %
24- 26	Параметры роторных вибраций (виброскорость)	от 5 до 50 мм/с	± 10 % (δ)	ИВ-Д-СФ-3М в комплекте с датчиками МВ-44-1Г	$\pm 8,0$ % δ	$\pm 5,0$ % (от минус 20 до плюс 50°C)
Примечания 1. γ от ВП – приведенная к верхнему пределу (ВП) измерений погрешность; 2. γ от НЗ – приведенная к нормируемому значению (НЗ) погрешность; 3. Δ – абсолютная погрешность; 4. δ – относительная от измеряемой величины (ИВ) погрешность. Для ИК температуры воздуха – ИВ в К; 5. * - не входят в состав системы.						

Б1. Комплексный метод определения погрешности ИК:

Б1.1. Комплексный метод используют для определения погрешности ИК, включая первичный измерительный преобразователь (ПИП) или для комплексного определения погрешности части ИК при поэлементном методе определения погрешности ИК

Б1.2. Проверку погрешности ИК выполняют в p_k контрольных точках $k=1, 2, \dots, p$, где $p \geq 4$, равномерно распределенных в диапазоне измерения, включая крайние точки диапазона, для чего подключают на вход ИК (на вход первичного измерительного преобразователя (ПИП) или вместо него, в зависимости от вида ИК и метода поверки комплексный или поэлементный) эталон единицы измеряемой величины или электрический сигнал, имитирующий выход ПИП при подключении к его входу эталона измеряемой величины.

Б1.3. Последовательно устанавливают значение величины, (или значение электрического сигнала, имитирующего измеряемую величину) подаваемой на вход поверяемого ИК (или части ИК без ПИП), равное X'_k в единицах измеряемого параметра при возрастании k (прямой ход), затем последовательно устанавливают значения X''_k при убывании k (обратный ход).

Б1.4. В каждой k -й контрольной точке наблюдают m j -х отсчетов Y'_{kji} (для прямого хода) и Y''_{kji} (для обратного хода) на выходе поверяемого ИК, где $j=1, 2, \dots, m$, $m \geq 3$. В качестве результата наблюдения Y'_{ki} и Y''_{ki} в точке k принимают средние арифметические значения

$$Y'_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^m Y'_{kji}}{m} \quad (Б1а)$$

$$Y''_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^m Y''_{kji}}{m} \quad (Б1б)$$

Б1.5. Повторяют п.п.Б1.3 - Б1.4 (циклы наблюдений) l раз получая значения Y'_{ki} и Y''_{ki} соответственно, где $i=1, 2, \dots, l$ номер цикла наблюдений.

В результате формируются массивы значений входного сигнала x_k и выходных величин Y'_{ki} при прямом ходе и Y''_{ki} при обратном ходе изменения входного сигнала.

Примечание: Формирование массива исходных данных и его обработку проводят с помощью встроенного в ПО системы программного модуля «Метролог» (ИНСИ.425852.000.00 РО).

Б1.6. По результатам наблюдения величины Y для исследуемого ИК с помощью существующей (сохраненной в виде коэффициентов степенного полинома) функции преобразования (индивидуальной или номинальной) $x=f^{-1}(Y)$ вычисляют приведенные ко входу (исправленные) значения результатов наблюдения x'_{ki} и x''_{ki} .

Б1.7. В каждой контрольной точке определяют среднее арифметическое значение исправленных результатов наблюдений (оценку измеряемой величины) при прямом и обратном ходах по формулам:

$$\bar{x}'_k = \frac{\sum_{i=1}^l x'_{ki}}{l} \quad (Б2а)$$

$$\bar{x}''_k = \frac{\sum_{i=1}^l x''_{ki}}{l} \quad (Б2б)$$

Б1.8. В каждой k -й контрольной точке диапазона ИК вычисляют оценку среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности $S=\tilde{\sigma}_{i[\Delta]}$ по формулам:

$$S' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l (x'_{ki} - \bar{x}'_k)^2}{l-1}} \quad (Б3а)$$

$$S'' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l (x''_{ki} - \bar{x}''_k)^2}{l-1}} \quad (Б3б)$$

Б1.9. Исключают «грубые промахи», связанные с неправильными действиями персонала, сбоями в работе измерительных компонентов системы и т.п. Исключение «грубых промахов» проводят отдельно для отсчетов при прямом и обратном ходах циклов наблюдения в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 8.736-2011 при уровне значимости свыше 5 %.

Б1.10. Если по результатам выполнения п.Б1.9 обнаружены и исключены ошибочные результаты, п.Б1.9 повторяют до тех пор, пока все ошибочные результаты не будут выявлены. Повторяют измерения по п.Б1.4 - Б1.8 для восполнения результатов в тех контрольных точках, в которых обнаружены и исключены грубые промахи.

Примечание: допускается проводить отбраковку «грубых промахов» на стадии просмотра оператором результатов наблюдений при формировании массива данных в случае, когда факт появления «грубого промаха» установлен достоверно. При этом производится повторное измерение в заданной контрольной точке с регистрацией результата наблюдений.

Б1.11. Оценку систематической составляющей абсолютной погрешности за счет отличия используемой функции преобразования от действительной $\tilde{\Delta}_{ska}$ и вариацию H_k в k -й контрольной точке вычисляют по формулам:

$$\tilde{\Delta}_{ska} = \frac{\bar{x}'_k + \bar{x}''_k}{2} - x_k \quad (Б4)$$

$$H_k = |\bar{x}'_k - \bar{x}''_k| \quad (Б5)$$

Б1.12. В каждой контрольной точке k вычисляют оценку СКО случайной составляющей основной абсолютной погрешности $\tilde{\sigma}_k[\dot{\Delta}]$

$$\tilde{\sigma}_k[\dot{\Delta}] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l (x'_{ki} - \bar{x}'_k)^2 + \sum_{i=1}^l (x''_{ki} - \bar{x}''_k)^2}{2 \cdot l - 1}} \quad (Б6)$$

Б1.13. Определяют существенность вариации, проверяя одновременное выполнение условий:

$$\frac{\tilde{\sigma}_k[\dot{\Delta}]}{H_k} < 0,1 \text{ и } \frac{H_k}{\tilde{\Delta}_{sk}} \geq 0,3 \quad (Б7)$$

Б1.14. В каждой контрольной точке k , в зависимости от выполнения условий (Б7) вычисляют доверительные границы случайной составляющей основной абсолютной погрешности по формулам:

- при невыполнении условий (Б7)

$$\tilde{\Delta}_{ok} = t \cdot \tilde{\sigma}_k[\dot{\Delta}] \quad (Б8a)$$

- при выполнении условий (Б7)

$$\tilde{\Delta}_{ok} = t \cdot \sqrt{\tilde{\sigma}_k[\dot{\Delta}]^2 + \frac{H_k^2}{12}} \quad (Б8б)$$

где t – коэффициент Стьюдента, зависящий для заданной доверительной вероятности $P=0,95$ от числа степеней свободы $(2l-1)$. (Таблица Д1 ГОСТ 8.736-2011).

Б1.15. Оценивают доверительные границы абсолютной погрешности в k -й контрольной точке ИК $\tilde{\Delta}_k$ по формулам:

$$\begin{aligned} \tilde{\Delta}_k &= \tilde{\Delta}_{sk} && \text{при } (\tilde{\Delta}_{sk} \cdot t / \tilde{\Delta}_{ok}) \geq 8 \\ \tilde{\Delta}_k &= \tilde{\Delta}_{ok} && \text{при } (\tilde{\Delta}_{sk} \cdot t / \tilde{\Delta}_{ok}) \leq 0,8 \\ \tilde{\Delta}_k &= \sqrt{\frac{\tilde{\Delta}_{sk}^2}{3} + \left(\frac{\tilde{\Delta}_{ok}}{t}\right)^2} \cdot \frac{\tilde{\Delta}_{sk} + \tilde{\Delta}_{ok}}{\tilde{\Delta}_{sk}/\sqrt{3} + \tilde{\Delta}_{ok}/t} && \text{при } 8 > \tilde{\Delta}_{sk} \cdot t / \tilde{\Delta}_{ok} > 0,8 \end{aligned} \quad (Б9)$$

где:

$$\tilde{\Delta}_{sk} = \tilde{\Delta}_{ska} + \Delta_t \quad (Б10a)$$

- при комплектном определении МХ ИК;

$$\tilde{\Delta}_{sk} = \tilde{\Delta}_{ska} \quad (Б10б)$$

- при определении МХ части ИК без ПИП;

Δ_t – дополнительная погрешность, рассчитывается по нормированным пределам для ПИП, входящего в состав ИК, подвергнутого комплектной проверке, и отличию температуры окружающей среды от нормальной.

Б1.16. В качестве доверительных границ абсолютной погрешности ИК при комплектном методе определения $\Delta_{ИК}$ принимают значение

$$\Delta_{ИК} = \pm \max\{|\tilde{\Delta}_k|\} \quad (Б11)$$

Б1.17. В зависимости от способа нормирования допускаемой погрешности проверяемого ИК, по значениям доверительных границ абсолютной погрешности $\Delta_{ИК}$ определяют соответствующие значения относительной $\delta_{ИК}$ или приведенной $\gamma_{ИК}$ погрешности по формулам:

$$\delta_{ИК} = \frac{\Delta_{ИК}}{ИЗ} \cdot 100\% \quad (Б12а)$$

$$\gamma_{ИК} = \frac{\Delta_{ИК}}{НЗ} \cdot 100\% \quad (Б12б)$$

где: ИЗ – измеренное значение измеряемой величины;

НЗ – нормирующее значение, в качестве которого может выступать диапазон измерения либо верхний предел диапазона измерения (ВП).

Результаты поверки ИК считают удовлетворительными, если соблюдается неравенство

$$|\Delta_{ИК}(\gamma_{ИК}, \delta_{ИК})| < |\Delta_{ИК}(\gamma_{ИК}, \delta_{ИК})|$$

где $\Delta_{ИК}$, $\gamma_{ИК}$, $\delta_{ИК}$ – пределы допускаемых значений абсолютной, приведенной и относительной погрешностей, соответственно, нормированные для ИК в соответствии с Таблицей А1 приложения А.

Б2. Поэлементный метод определения погрешности ИК

Б2.1 Проверяют наличие действующих результатов поверки ПИП в составе проверяемого ИК. При их наличии, находят пределы основной абсолютной погрешности измерения ПИП $\Delta_{ок}$ для k-й проверяемой точки, в соответствии с ЭД на ПИП, если в ЭД нормируется абсолютная погрешность, зависящая от измеряемой величины или по формулам:

$$\Delta_{ок} = \Delta_o = \gamma_o \cdot НЗ / 100 \quad (Б13а)$$

$$\Delta_{ок} = \delta_o \cdot X_k / 100, \quad (Б13б)$$

где: Δ_o – значение абсолютной погрешности не зависящее от измеряемой величины;

γ_o и δ_o – значения основной приведенной или относительной погрешности ПИП, соответственно, определяемые в соответствии с паспортом на конкретный экземпляр преобразователя (приложение А);

X_k – значение измеряемой величины в k-й контрольной точке.

Б2.2 Определяют пределы дополнительной абсолютной погрешности измерения проверяемого ИК, Δ_t за счет отличия температуры окружающей среды от нормальной по формулам:

$$\Delta_{tk} = \Delta_t = \pm (\gamma_t \cdot \frac{t-t_n}{10} \cdot \frac{НЗ}{100}) \quad (Б14а)$$

- для ПИП, дополнительная погрешность которых нормируется в виде приведенной к НЗ на 10 °С или

$$\Delta_{tk} = \frac{t-t_n}{10} \cdot \frac{\delta_t}{100} \cdot X_k \quad (Б14б)$$

- для ПИП, дополнительная погрешность которых нормируется в виде относительной на 10 °С или

$$\Delta_{tk} = \frac{\delta_t}{100} \cdot X_k \quad (Б14в)$$

- для ПИП, дополнительная погрешность которых нормируется в виде относительной во всем рабочем диапазоне температур,

где γ_t – дополнительная приведенная погрешность измерения, %/10 °С;

δ_t – дополнительная относительная погрешность измерения, %/10 °С;

t – температура окружающей среды в рабочих условиях, °С;

t_n – температура окружающей среды в нормальных условиях, °С;

НЗ – нормированное значение, равное верхнему значению диапазона или диапазону измерения ПИП, в установленных единицах измерения.

Значения γ_t , δ_t , t_n , НЗ в (Б14) выбирают из паспорта на конкретный экземпляр преобразователя давления, установленного в проверяемом ИК (приложение А).

Б2.3 Определяют доверительные границы основной абсолютной погрешности ИК в рабочих условиях эксплуатации, в k -й проверяемой точке, по формуле:

$$\Delta ИК_k = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ok}^2 + \Delta_{tk}^2 + \tilde{\Delta}_k^2} \quad (Б15)$$

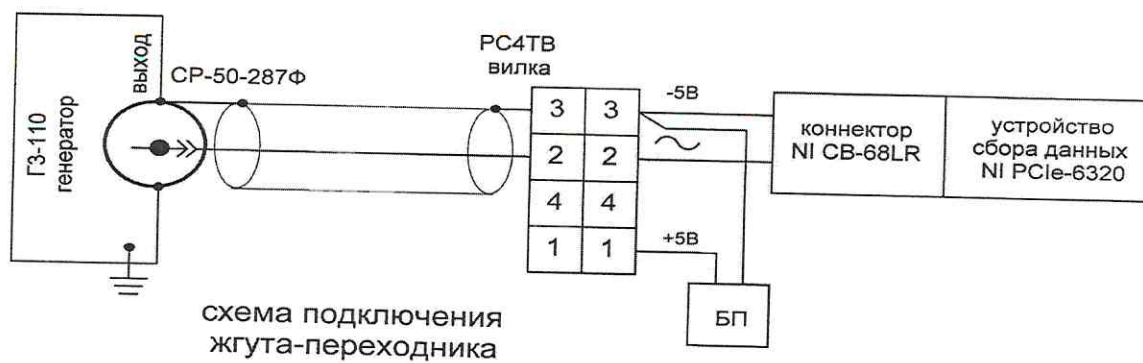
Б2.4 Преобразуют значение абсолютной погрешности $\Delta ИК_k$ в вид, в котором нормированы пределы допускаемой погрешности ИК (приведенную $\gamma ИК_k$ или относительную $\delta ИК_k$)

Результаты проверки ИК считают удовлетворительными, если для всех значений k соблюдается неравенство

$$|\Delta ИК_k(\gamma ИК_k, \delta ИК_k)| < |\Delta ИК(\gamma ИК, \delta ИК)| \quad (Б16),$$

где $\Delta ИК$, $\gamma ИК$, $\delta ИК$ – пределы допускаемых значений абсолютной, приведенной и относительной погрешностей, соответственно, нормированные для ИК в соответствии с Таблицей А1 приложения А.

Жгут переходник для подключения генератора ГЗ-110 к ИК часты сигналов



Форма протокола поверки

Протокол №

определения погрешностей ИК системы измерительной
СИ-ВГТД-ТА18 АО «НПП «Аэросила»

1 Дата поверки

2 Средства поверки

3 Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °C

Атмосферное давление, мм. рт. ст.

Влажность, %

4 Документ, в соответствии с которым проводилась поверка: МП-394-RA.RU.310556-2021

5 Результаты поверки

5.1 Внешний осмотр

5.1.1

5.1.2 Проверка действующих результатов поверки ПИП

Таблица Г1

Тип первичного преобразователя	Зав. №	Дата поверки	Дата следующей поверки
АИР-10L-ДИ-ИМ600-6 кгс/см ² - t2570	1013609		
АИР-10L-ДИ-ИМ400-2,5 кгс/см ² - t2570	1084833		
АИР-10L-ДИ-ИМ160-1,6 кгс/см ² - t2570	1105807		
АИР-10L-ДИ-ИМ160-1,0 кгс/см ² - t2570	1027824		
АИР-10L-ДИ-ИМ400-2,5 кгс/см ² - t2570	34903		
АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	1065791		
АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	1065795		
АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	1065794		
АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	1065799		
АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	1065803		
АИР-10Н-ДИ-1150-6 кгс/см ² - t2570	1065804		
Элемер-100-ДД-1430-0.25 кгс/см ² - t3	16090095		
Термопреобразователь ДТС105-100П-А	15216180337002171		
Термопреобразователь ДТС105-100П-В	11170180644051879		
Термопреобразователь Метран-2700	2613623		
Термопреобразователь 1288-Pt100-В	50602187417		
Преобразователь активной мощности ПИМ-30-ТА	211.002; 211.003; 211.004		
Шунт 75ШИСВ-2000-0,5	228000305		
Расходомер-счётчик ОР-2-С-Ж-0,6	1758		
Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1	0317197		
ИБ-Д-СФ-3М в комплекте с датчиками МВ-44-1Г	Виброаппаратура 17494 Вибродатчики: 160892, 160900, 160904		

Все ПИП имеют действующие результаты поверки, за исключением

5.3 Проверка программного обеспечения

5.3.1 Результаты проверки, представлены в таблице Г2

Таблица Г2

Идентификационные данные (признаки)	Значение по Описанию типа	Значение по результатам поверки	Соответс твие
Идентификационное наименование ПО	insys_server22-1.exe		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.25.11		
Цифровой идентификатор ПО	8ad57fc714aa5db2b04ec0 8b4b6aafa3		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	insysformula.dll		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.5		
Цифровой идентификатор ПО	7a599dc75816d50ad058ad 75c599d706		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	srv_dll_mass_air_flow_cal c.dll		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.5		
Цифровой идентификатор ПО	7ccdba12e1cdc20a7c2f336 b831dd7f3		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	srv_dll_therm_resist_calc. dll		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.1.2		
Цифровой идентификатор ПО	9296c8f80036d4d6ae39e8 866af82b8b		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	SSD_Static.exe		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	4.12.7		
Цифровой идентификатор ПО	ec9d078402f6bdfeba39b5 775a3cbf79		

Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	ssd2_startup.rtexe		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.1.0		
Цифровой идентификатор ПО	d535df8777ddd2fd81ebde 2fed7c18af		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	Metrology.exe		
Номер версии (идентификационный номер ПО)	3.12.3		
Цифровой идентификатор ПО	89c8ee7b1c9e449b3b7c63 6859802232		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5		

Выводы: Идентификационные признаки ПО соответствуют (не соответствуют) исходным

5.4 Определение метрологических характеристик.

5.4.1 Результаты проверки метрологических характеристик представлены в таблицах ГЗ-Г13.

Таблица Г3 – Результаты проверки погрешности ИК давления жидкости и воздуха комплексным методом

№ ИК Приложение А	Задаваемое давление, МПа	Измеренное давление, МПа	ПДП ПИП, МПа	Суммарная погрешность, МПа	Суммарная погрешность γ , %	Допускаемая погрешность $\pm \gamma$, %	Соответствие (да/нет)
1. Давление масла, Р9	0,0000		0,0018			1,0	
	0,1470		0,0018				
	0,2940		0,0018				
	0,4410		0,0018				
	0,5880		0,0018				
2. Давление топлива на входе в двигатель, Р13	0,0000		0,0007			1,0	
	0,0613		0,0007				
	0,1225		0,0007				
	0,1838		0,0007				
	0,2450		0,0007				
3. Давление масла в корпусе опор, Р37	0,0000		0,0005			1,0	
	0,0393		0,0005				
	0,0785		0,0005				
	0,1178		0,0005				
	0,1570		0,0005				
4. Давление масла в полости редуктора, Р39	0,0000		0,0003			1,0	
	0,0245		0,0003				
	0,0490		0,0003				
	0,0735		0,0003				
	0,0980		0,0003				
5. Давление масла консервации, Рм_конс	0,0000		0,0007			1,0	
	0,0613		0,0007				
	0,1225		0,0007				
	0,1838		0,0007				
	0,2450		0,0007				
6. Давление воздуха за компрессором, Р18	0,0000		0,0007			0,5	
	0,1470		0,0007				
	0,2940		0,0007				
	0,4410		0,0007				
	0,5880		0,0007				
7. Давление воздуха на входе в трубу Вентури, Р20	0,0000		0,0007			0,5	
	0,1470		0,0007				
	0,2940		0,0007				
	0,4410		0,0007				
	0,5880		0,0007				

Продолжение таблицы Г3

№ ИК Приложение А	Задаваемое давление, МПа	Измеренное давление, МПа	ПДП ПИП, МПа	Суммарная погрешность, МПа	Суммарная погрешность γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие (да/нет)
8. Давление воздуха в узкой части трубы Вентури, Р19	0,0000		0,0007		0,5		
	0,1470		0,0007				
	0,2940		0,0007				
	0,4410		0,0007				
	0,5880		0,0007				
9. Давление воздуха за клапаном перепуска, Р21	0,0000		0,0007		0,5		
	0,1470		0,0007				
	0,2940		0,0007				
	0,4410		0,0007				
	0,5880		0,0007				
10. Давление отбираемого воздуха, Р22	0,0000		0,0007		0,5		
	0,1470		0,0007				
	0,2940		0,0007				
	0,4410		0,0007				
	0,5880		0,0007				
11. Давление воздуха перед мерным соплом, Р23	0,0000		0,0007		0,5		
	0,1470		0,0007				
	0,2940		0,0007				
	0,4410		0,0007				
	0,5880		0,0007				

Таблица Г4 – Результаты проверки погрешности ИК давления жидкости и воздуха поэлементным методом

№ ИК Приложение А	Задаваемое давление, МПа	Задаваемый ток, мА	Измеренное давление, МПа	ПДОП ПИП, МПа	ПДП ПИП, МПа	Суммарная ПГ, МПа	Суммарная ПГ γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие
1. Давление масла, Р9	0,0000	4,0		0,0015	0,0018			1,0	
	0,1470	8,0		0,0015	0,0018				
	0,2940	12,0		0,0015	0,0018				
	0,4410	16,0		0,0015	0,0018				
	0,5880	20,0		0,0015	0,0018				
2. Давление топлива на входе в двигатель, Р13	0,0000	4,0		0,0012	0,0007			1,0	
	0,0613	8,0		0,0012	0,0007				
	0,1225	12,0		0,0012	0,0007				
	0,1838	16,0		0,0012	0,0007				
	0,2450	20,0		0,0012	0,0007				

Продолжение таблицы Г4.

№ ИК Приложение А	Задаваемое давление, МПа	Задаваемый ток, мА	Измеренное давление, МПа	ПДОП ПИП, МПа	ПДДП ПИП, МПа	Суммарная ПГ, МПа	Суммарная ПГ γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие
3. Давление масла в корпусе опор, Р37	0,0000	4,0			0,0005			1,0	
	0,0393	8,0			0,0005				
	0,0785	12,0			0,0005				
	0,1178	16,0			0,0005				
	0,1570	20,0			0,0005				
4. Давление масла в полости редуктора, Р39	0,0000	4,0			0,0003			1,0	
	0,0245	8,0			0,0003				
	0,0490	12,0			0,0003				
	0,0735	16,0			0,0003				
	0,0980	20,0			0,0003				
5. Давление масла консервации, Рм_ конс	0,0000	4,0			0,0012			1,0	
	0,0613	8,0			0,0012				
	0,1225	12,0			0,0012				
	0,1838	16,0			0,0012				
	0,2450	20,0			0,0012				
6. Давление воздуха за компрессором, Р18	0,0000	4,0			0,0006			0,5	
	0,1470	8,0			0,0006				
	0,2940	12,0			0,0006				
	0,4410	16,0			0,0006				
	0,5880	20,0			0,0006				
7. Давление воздуха на входе в трубу Вентури, Р20	0,0000	4,0			0,0006			0,5	
	0,1470	8,0			0,0006				
	0,2940	12,0			0,0006				
	0,4410	16,0			0,0006				
	0,5880	20,0			0,0006				
8. Давление воздуха в узкой части трубы Вентури, Р19	0,0000	4,0			0,0006			0,5	
	0,1470	8,0			0,0006				
	0,2940	12,0			0,0006				
	0,4410	16,0			0,0006				
	0,5880	20,0			0,0006				
9. Давление воздуха за клапаном перепуска, Р21	0,0000	4,0			0,0006			0,5	
	0,1470	8,0			0,0006				
	0,2940	12,0			0,0006				
	0,4410	16,0			0,0006				
	0,5880	20,0			0,0006				

Продолжение таблицы Г4

№ ИК Приложение А	Задаваемое давление, МПа	Задаваемый ток, мА	Измеренное давление, МПа	ПДОП ПИП, МПа	ПДДП ПИП, МПа	Суммарная ПГ, МПа	Суммарная ПГ γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие
10. Давление отбираемого воздуха, P22	0,0000	4,0		0,0006	0,0007			0,5	
	0,1470	8,0		0,0006	0,0007				
	0,2940	12,0		0,0006	0,0007				
	0,4410	16,0		0,0006	0,0007				
	0,5880	20,0		0,0006	0,0007				
11. Давление воздуха перед мерным соплом, P23	0,0000	4,0		0,0006	0,0007			0,5	
	0,1470	8,0		0,0006	0,0007				
	0,2940	12,0		0,0006	0,0007				
	0,4410	16,0		0,0006	0,0007				
	0,5880	20,0		0,0006	0,0007				
№ ИК Приложение А	Задаваемое давление, кПа	Задаваемый ток, мА	Измеренное давление, кПа	ПДОП ПИП, кПа	ПДДП ПИП, кПа	Суммарная ПГ, кПа	Суммарная ПГ γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие
12. Перепад давления воздуха на мерном сопле, P24	0,000	4,0		0,0294	0,0441			0,5	
	4,903	8,0		0,0294	0,0441				
	9,805	12,0		0,0294	0,0441				
	14,708	16,0		0,0294	0,0441				
	19,610	20,0		0,0294	0,0441				

Таблица Г5 – Определение диапазонов и погрешностей измерений ИК температуры термометрами сопротивления

№ ИК Приложение А	Имитируемая температура, К	R, Ом	Измеренная температура, К	ПДП ПИП, К	Суммарная погрешность, К	Суммарная погрешность δ, %	Допускаемая погрешность ±δ, %	Соответствие
13. Температура воздуха на входе в двигатель, tвх	278,2	101,983		0,71			0,5	
	285,7	104,952		0,72				
	293,2	107,915		0,74				
	300,7	110,871		0,75				
	308,2	113,820		0,77				
№ ИК Приложение А	Имитируемая температура, °С	R, Ом	Измеренная температура, °С	ПДП ПИП, °С	Суммарная ПГ, °С	Суммарная ПГ ±γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие
14. Температура топлива, tтоп	-10,0	96,025		0,25			1,5	
	12,5	104,952		0,36				
	35,0	113,820		0,48				
	57,5	122,629		0,59				
	80,0	131,378		0,70				
16. Температура масла консервации, tм_конс	0,0	1000,0000		0,30			1,5	
	25,0	1097,3466		0,43				
	50,0	1193,9713		0,55				
	75,0	1289,8741		0,68				
	100,0	1385,0550		0,80				

Таблица Г6 – Определение диапазонов и погрешностей измерений ИК температуры с «Метран-270»

№ ИК Приложение А	Имитируемая температура, □	I, мА	Измеренная температура, □	ПДП ПИП, □	ПДДП ПИП, □	Суммарная погрешность, □	Суммарная ПГ ±γ, %	Допускаемая погрешность γ, %	Соответствие
15. Температура отбираемого воздуха, tотб	0,0	4		0,75	0,45			1,0	
	75,0	8		0,75	0,45				
	150,0	12		0,75	0,45				
	225,0	16		0,75	0,45				
	300,0	20		0,75	0,45				

Таблица Г7 – Определение диапазона и погрешности преобразования сигналов термопар

№ ИК Приложение А	Температура tк, °С	Измеренная температура, □	Погрешность ИК ±γ, %	Допускаемая погрешность ±γ, %	Соответствие
17. Температура газа за турбиной, t4	0,0			0,2	
	212,5				
	425,0				
	637,5				
	850,0				

Таблица Г8 – Определение погрешности измерений объемного расхода топлива

№ ИК Приложение А	Расход Qк дм³/ч	Частота fk, Гц	Расход измеренный, дм³/ч	ПДОП ПИП, дм³/ч	ПДДП ПИП, дм³/ч	Суммарная погрешность, дм³/ч	Суммарная погрешность ±δ, %	Допускаемая погрешность ±δ, %	Соответствие
23. Расход топлива объемный, Qг	72	10,00		0,18	0,04			0,3	
	114	15,83		0,285	0,06				
	156	21,67		0,39	0,08				
	198	27,50		0,495	0,11				
	240	33,33		0,6	0,13				

Таблица Г9 – Определение погрешности измерений частоты, соответствующей значениям частоты вращения ротора

ИК	Частота вращения, % Fном	Частота входного сигнала, Гц	Частота вращения измеренная, %	Измеренная частота, Гц	Суммарная погрешность Гц	Суммарная погрешность γ, %	Допускаемая погрешность γ, %	Соответствие
Частота вращения ротора, nтк	5,00	301,39				0,00	0,15	
	30,75	1853,57				0,00		
	56,50	3405,75				0,00		
	82,25	4957,93				0,00		
	108,00	6510,11				0,00		

Таблица Г10 – Определение погрешности измерений электрической мощности

№ ИК Приложение А	Задаваемая мощность, кВт	Задаваемый ток, мА	Измеренная мощность, кВт	ПДОП ПИП, кВт	ПДДП ПИП, кВт	Суммарная ПГ, кВт	Суммарная ПГ %, %	Допускаемая погрешность $\pm \gamma$, %	Соответствие
19.Мощность генератора фаза А (на активной нагрузке), Nга	0,0	4					1,8	2,5	
	7,5	8					1,8		
	15,0	12					1,8		
	22,5	16					1,8		
	30,0	20					1,8		
20.Мощность генератора фаза В (на активной нагрузке), Nгв	0,0	4					1,9	2,5	
	7,5	8					1,8		
	15,0	12					1,8		
	22,5	16					1,8		
	30,0	20					1,8		
21.Мощность генератора фаза С (на активной нагрузке), Nгс	0,0	4					1,8	2,5	
	7,5	8					1,8		
	15,0	12					1,8		
	22,5	16					1,8		
	30,0	20					1,8		

Таблица Г11 – Определение погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока на клеммах стартера и бортовой сети

ИК	Задаваемое напряжение U, В	Измеренное напряжение U, В	Суммарная погрешность, В	Суммарная ПГ %, %	Допускаемая погрешность $\pm \gamma$, %	Соответствие
Напряжения постоянного тока на клеммах стартера, Uст	3,00				1,5	
	12,25					
	21,50					
	30,75					
	40,00					
Напряжения постоянного тока бортовой сети, Uист	12,00				1,5	
	19,00					
	26,00					
	33,00					
	40,00					

Таблица Г12 – Определение диапазона и погрешности измерений силы постоянного тока

№ ИК Приложение А	Задаваемый ток, А	Задаваемое напряжение мВ	Измеренный ток, А	ПДОП ПИП, А	ПДДП ПИП, А	Суммарная ПГ, А	Суммарная ПГ $\pm\gamma$, %	Допускаемая погрешность $\pm\gamma$, %	Соответствие
22. Ток в цепи стартера двигателя, Iст	0	0		10,0	3,0			1,5	
	500	25		10,0	3,0				
	1000	50		10,0	3,0				
	1500	75		10,0	3,0				
	2000	100		10,0	3,0				

Таблица Г13 – Определение погрешности измерений параметров вибрации (виброскорость)

№ ИК Приложение А	Задаваемая виброскорость мм/с	Задаваемое напряжение В	Измеренная скорость, мм/с	ПДОП ПИП, мм/с	Суммарная ПГ, мм/с	Суммарная ПГ δ , %	Допускаемая погрешность $\pm\delta$, %	Соответствие
24. Параметры роторных вибраций (виброскорость), V _{о тк}	5,00	0,50		0,40			10	
	16,25	1,63		1,30				
	27,50	2,75		2,20				
	38,75	3,88		3,10				
	50,00	5,00		4,00				
25. Параметры роторных вибраций (виброскорость), V _{г тк}	5,00	0,50		0,40			10	
	16,25	1,63		1,30				
	27,50	2,75		2,20				
	38,75	3,88		3,10				
	50,00	5,00		4,00				
26. Параметры роторных вибраций (виброскорость), V _{в тк}	5,00	0,50		0,40			10	
	16,25	1,63		1,30				
	27,50	2,75		2,20				
	38,75	3,88		3,10				
	50,00	5,00		4,00				

6 Выводы

.....

.....

7 Заключение

.....

.....

Поверитель

ПОДПИСЬ

(_____)

ФИО