

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин



м.п. «29» мая 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная испытательного стенда 472-17-905

Методика поверки
МП 2071-0001-2025

Руководитель отдела координации работ по комплексному
метрологическому обеспечению инновационных разработок

Ю.Г. Солонецкий

Руководитель сектора

П.Н. Мичков

Санкт-Петербург
2025 г.

Содержание

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки.....	4
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	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	9
11 Оформление результатов поверки	19
Приложение А (обязательное) Схемы поверки	20
Приложение Б (рекомендуемое) Протокол поверки	23
Приложение В (справочное) Перечень измеряемых параметров СИС	31

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее - методика) распространяется на систему измерительную стенда 472-17-95 зав. № 472-17-905 (далее – СИС), входящую в состав автоматизированной системы управления испытательного стенда (АСУ ИС) испытательного стенда, и устанавливает периодичность, объем и порядок проведения ее первичной и периодической поверки.

1.2 Система подлежит первичной поверке при вводе в эксплуатацию и периодической в процессе эксплуатации и после ремонта.

1.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее – ИК) из состава СИС в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в сведениях о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ) информации об объеме проведенной поверки.

1.4 ИК избыточного давления, температуры, частоты вращения (в диапазоне от 20 до 500 об/мин) и силы переменного тока подвергаются покомпонентной (поэлементной поверке): демонтированные первичные измерительные преобразователи – в лабораторных условиях; вторичная часть – комплексный компонент, включая линии связи, – на месте эксплуатации СИС.

1.5 Входящие в состав СИС первичные измерительные преобразователи утвержденного типа преобразователи давления измерительные ОВЕН ПД100-ДИ1,6 и DMP331i, термометры сопротивления морские ТСП/1-8040, термопреобразователи сопротивления ДТС, тахометры электронные цифровые ТСП-04, исп. 1, преобразователи силы переменного тока измерительные ДТТ-03Т, должны поверяться в соответствии с установленными для них интервалами между поверками (МПИ) и иметь актуальные сведения о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

1.6 При определении метрологических характеристик СИС используются метод непосредственного сравнения результата измерений со значением, измеренным эталоном, для ИК крутящего момента силы и ИК частоты вращения и метод прямых измерений величин, воспроизводимых мерами, для ИК избыточного давления, температуры, частоты вращения (в диапазоне от 20 до 500 об/мин) и силы переменного тока.

1.7 Обеспечивается прослеживаемость ИК СИС к Государственным первичным эталонам:

- единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года;

- единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 01 октября 2018 года;

- единицы угловой скорости ГЭТ 108-2019, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений угловой скорости и частоты вращения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2183 от 01 сентября 2022 года;

- единицы силы ГЭТ 32-2011, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от 22 октября 2019 года;

- единицы длины – метра ГЭТ 2-2021, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 года.

2 Перечень операций поверки

2.1 При первичной и периодической поверке СИС выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения (ПО) средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение приведенной к верхнему пределу измерений (ВП) погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений Количество ИК - 3	Да	Да	10.1
Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений Количество ИК - 62	Да	Да	10.2
Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений Количество ИК - 1	Да	Да	10.3
Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений Количество ИК - 8	Да	Да	10.4
Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений Количество ИК - 6	Да	Да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.6

2.2 При несоответствии характеристик СИС установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1 поверка прекращается и последующие операции не выполняются, за исключением оформления результатов по пункту 11.1 настоящей методики.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +10 до +30;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа.от 84,0 до 106,7.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию в области измерений электрических и механических величин и прошедшие инструктаж по технике безопасности

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.3 Контроль условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +10 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
п. 10.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений	Средства воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда (приказ Росстандарта № 2091 от 01.10.2018)	Калибраторы процессов документирующий Fluke 753, рег. № 49876-12
п. 10.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений	Средства воспроизведения сопротивления постоянному току в диапазоне от 1 до 1000 Ом с дискретностью установки значений сопротивления не более 0,01 Ом, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда (приказ Росстандарта № 3456 от 30.12.2019)	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная типа Р 3026-1 из состава Государственного вторичного эталона единицы электрического сопротивления постоянного тока от 1 Ом до 100 кОм, рег. № 2.1.ZZB.0103.2015 или меры электрического сопротивления многозначная МС 3055, рег. № 79562-20

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.3 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений	Средства воспроизведения крутящего момента силы в диапазоне от 1 до 300 кН·м, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда (приказ Росстандарта № 2152 от 06.09.2024). Средства воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда (приказ Росстандарта № 2091 от 01.10.2018)	Государственный рабочий эталон 1-го разряда единицы крутящего момента силы в диапазоне значений от 1 до 300 кН·м, рег.№ 3.1.ZZB.0287.2019. Калибраторы процессов документирующий Fluke 753, рег. № 49876-12
п. 10.4 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений	Средства измерений частоты вращения в диапазоне от 10 до 10 ⁵ об/мин, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда (приказ Росстандарта № 2183 от 01.09.2022). Средства воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда (приказ Росстандарта № 2091 от 01.10.2018)	Тахометр универсальный цифровой TESTO 470, рег. № 32471-06. Калибраторы процессов документирующий Fluke 753, рег. № 49876-12
п.10.5 Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений	Средства воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда (приказ Росстандарта № 2091 от 01.10.2018)	Калибраторы процессов документирующий Fluke 753, рег. № 49876-12

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

5.3 При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов и аттестованные эталоны величин.

5.4 Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены установленным порядком и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

5.5 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 6 ч до начала поверки.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правилами

технической эксплуатации электроустановок потребителей», эксплуатационной документацией на СИС, эксплуатационной документацией на средства поверки, действующими инструкциями по технике безопасности для конкретного рабочего места.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводить визуально при отключенном напряжении питания СИС.

7.2 При внешнем осмотре проверить:

- соответствие СИС комплекту поставки, включая эксплуатационные документы (руководство по эксплуатации и паспорт);
- отсутствие механических повреждений и дефектов, отрицательно влияющих на работоспособность СИС;
- наличие на левой передней двери щита управления 2 наклейки с наименованием и заводским номером СИС;
- соответствие заводского номера системы номеру, указанному в паспорте СИС.

7.3 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке проверить наличие актуальных сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ:

- используемых средств поверки;
- первичных измерительных преобразователей из состава ИК СИС, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 - Данные о первичных измерительных преобразователях утвержденного типа из состава ИК СИС

Наименование ИК	Измерительный преобразователь	
	Тип	Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ
ИК избыточного давления	Преобразователи давления измерительные ОВЕН ПД100-ДИ1,6	47586-11
	Преобразователи давления измерительные DMP331i	56795-14
ИК температуры	Термометры сопротивления морские ТСП/1-8040	52719-13
	Термопреобразователи сопротивления ДТС	28354-10
ИК частоты вращения	Тахометры электронные цифровые ТСП-04, исп. 1	61828-15
ИК силы переменного тока	Преобразователи силы переменного тока измерительные ДТТ, мод. ДТТ 03Т	49800-12
Примечание - Поверка первичных измерительных преобразователей утвержденного типа из состава СИС проводится по методике поверки, указанной в описании типа на преобразователь или в соответствующей записи в ФИФ ОЕИ для конкретного регистрационного номера		

8.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с технической документацией на используемые средства поверки.

8.3 Создать, проконтролировать и записать в протокол поверки (см. приложение Б) условия проведения поверки, приведенные выше в разделе 3.

8.4 После проведения поверки вернуть СИС в штатное состояние (восстановить отключенные для проведения поверки цепи).

8.5 Для проведения опробования подготовить СИС в соответствии с Руководством по эксплуатации ФРДГ.441129.002 РЭ.

8.6 Включить напряжение питания щита управления РО55(ЩУ2). Включить ЭВМ АРМа оператора «АРМ №1». Прогреть СИС в течении 15 мин.

8.7 Запустить программу визуализации испытаний «Приложение оператора.exe» (ярлык находится на рабочем столе).

8.8 Вызвать окно выбора схем испытаний, нажав кнопку «Меню ЩУ2».

8.9 Выбрать тип схемы испытаний и убедиться в открытии окна с измеряемыми параметрами испытуемого образца.

8.10 Допускается проводить опробование системы непосредственно в ходе проведения проверок метрологических характеристик ИК системы.

8.11 Результаты опробования считать положительными, если программа визуализации испытаний «WCCILrmon.exe» запустилась успешно, открылось окно с измеряемыми параметрами выбранного образца и на мониторе СИС не было выдано сообщений об ошибке.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку ПО СИС проводить по следующей методике:

- выполнить п.п. 8.5 – 8.11;

- сравнить номер версии программы «Приложение оператора» в свойствах данного файла во вкладке «Подробно» (рис.1), с версиями, указанными в таблице 4.

Таблица 4

Вид проверки	Результат проверки
Определение идентификационного наименования ПО	WCCILrmon.exe (для визуализации)
Определение номера версии (идентификационного номера) ПО	3.14.0.0
Определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) ПО	-

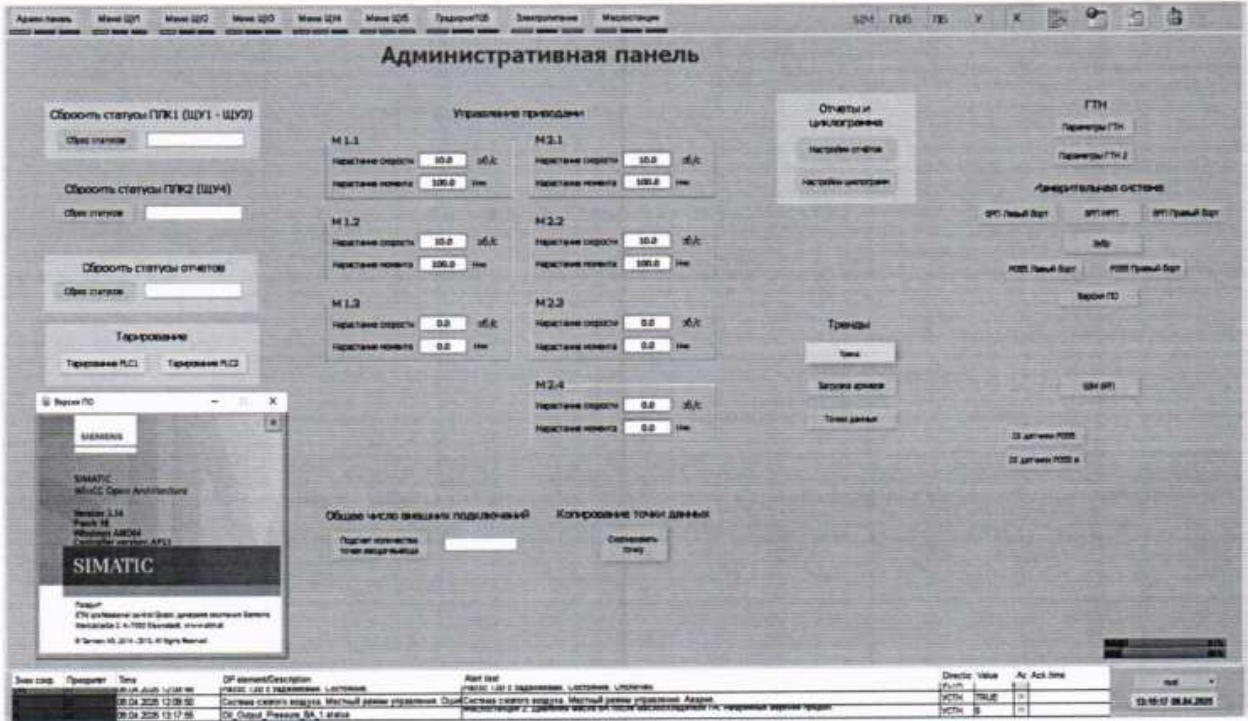


Рисунок 1. Вид стартового окна программы визуализации испытаний.

9.2 ПО СИС считается прошедшим проверку, если его версия соответствует данным таблицы 4 и совпадает со значениями, указанными в ЭД на СИС.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

(ИК избыточного давления)

10.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК $P_{1прб}$, $P_{злб}$).

10.1.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений первичной части ИК (преобразователей давления измерительных ОВЕН ПД100):

- проверить наличие действующей поверки на входящий в состав ИК преобразователь давления измерительный ОВЕН ПД100, выполненной по установленной методике (см. выше примечание к таблице 3);

- за погрешность прошедшего поверку преобразователя считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, который (в соответствии с описанием типа, паспортом и маркировкой преобразователя) равен 0,5 % и зафиксировать его в столбце 9 таблицы Б.1.1 Приложения Б.

10.1.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений вторичной части ИК и приведенной к ВП погрешности измерений всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.1 Приложения А, подключив калибратор к вторичной части ИК избыточного давления масла (ИК $P_{1прб}$) в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока $I_{вх}$, мА согласно таблице Б.1.1 Приложения Б (из ст. 2) (далее – таблица Б.1.1) и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК $P_{1прб}$ изм, бар (считанных с монитора АРМ индикатора «Р1» («Р3»)) находящегося до РО55Л (РО55П), см. рисунок 2). Значение силы постоянного тока устанавливают по показаниям калибратора, включенного в режиме воспроизведения силы постоянного тока;

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК ΔP_v по формуле 1 (п. 10.6 настоящей методики поверки, далее - МП), выбрать из трех величин – максимальную $\Delta P_{махв}$, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.1.1;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{в1}$, % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и приведенную к ВП погрешность ИК γ_1 , % по формуле 4 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.1.1.

10.1.1.3 Повторить выполнение п. 10.1.1.2 для вторичной части ИК $P_{злб}$, с фиксацией результатов расчета в соответствующих столбцах таблиц по форме Б.1.1 для этого ИК.

10.1.1.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений находится в пределах ± 2 %.

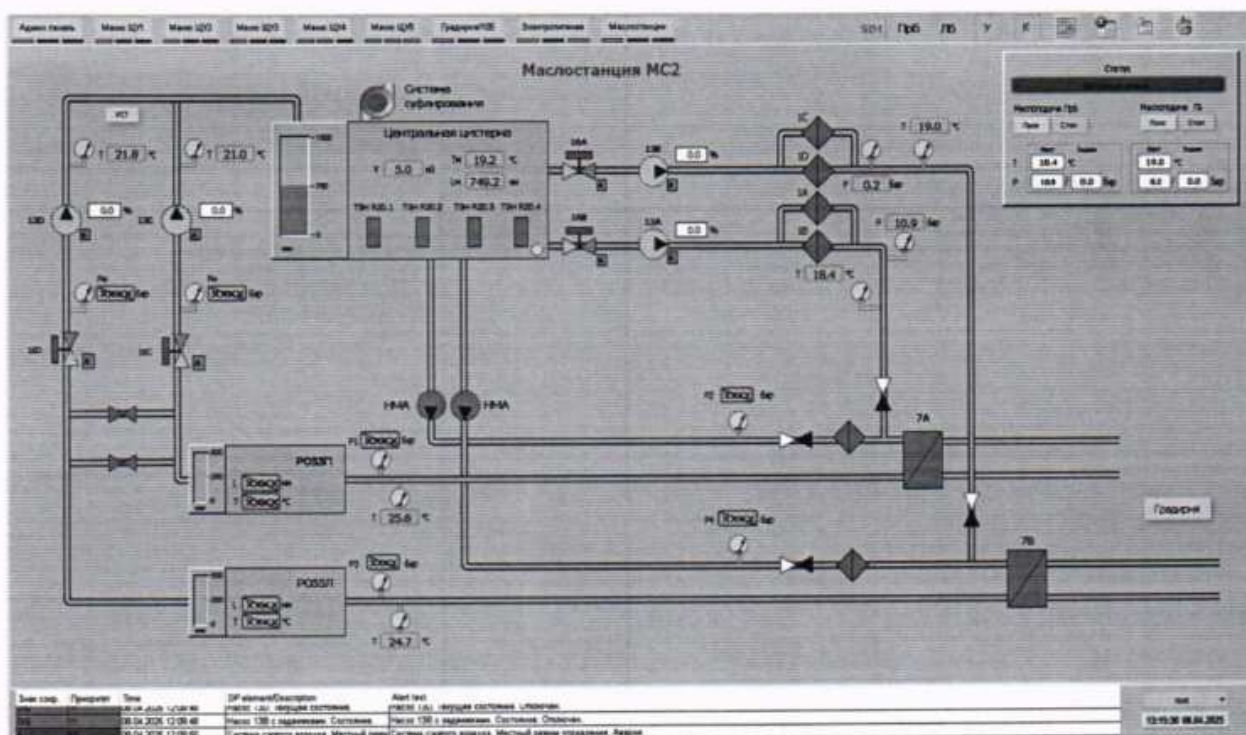


Рисунок 2 Окно с результатами измерений ИК избыточного давления масла на входе в испытуемые изделия

10.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК $P_{\text{возд}}$).

10.1.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений первичной части ИК (преобразователей измерительных DMP):

- проверить наличие действующей поверки на входящий в состав ИК преобразователь давления измерительный DMP, выполненной по установленной методике (см. выше примечание к таблице 3);

- за погрешность прошедшего поверку преобразователя считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, который (в соответствии с описанием типа и расчетом по формуле 5 п. 10.6 МП) равен 0,1 % и зафиксировать его в столбце 9 таблицы Б.1.2 Приложения Б.

10.1.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений вторичной части ИК и приведенной к ВП погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.1 Приложения А, подключив калибратор к вторичной части ИК избыточного давления воздуха (ИК $P_{\text{возд}}$) в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока $I_{\text{вх}}$, мА согласно таблице Б.1.2 Приложения Б (из ст. 2) и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК $P_{\text{возд изм}}$, бар (считанных с монитора АРМ в окне Основных параметров схемы испытаний из сектора «ССВ», см. рисунок 3). Значение силы постоянного тока устанавливают по показаниям калибратора, включенного в режиме воспроизведения силы постоянного тока;

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК ΔP_v по формуле 1 (п. 10.6 МП) и, выбрав из трех величин – максимальную $\Delta P_{\text{макс}}$, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.1.2 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК γ_{v1} , % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК γ_1 , % по формуле 4 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.1.2 приложения Б.

10.1.2.3 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений находится в пределах ± 2 %.

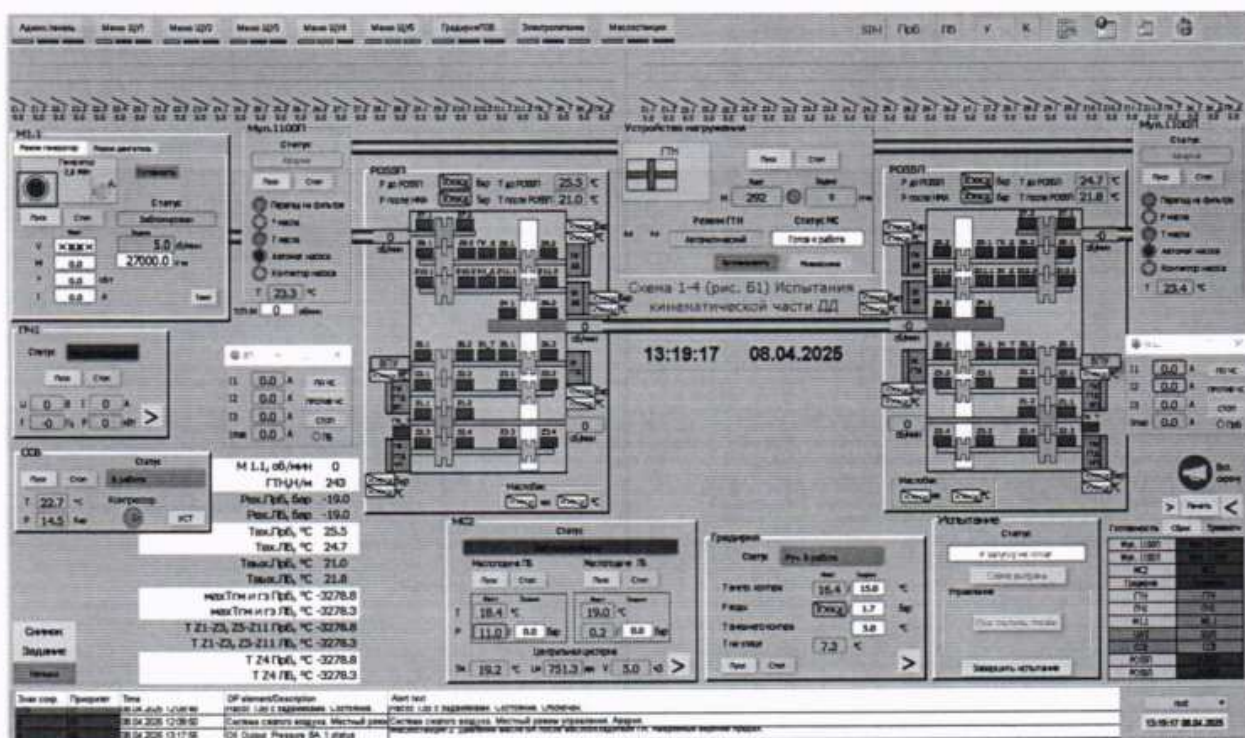


Рисунок 3 Окно основных параметров схемы испытания

10.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

ИК температуры

10.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры масла гидромурфт, гидрозамедлителей и подшипников шестерен (для ИК ТТ_{1ЛБ}-ТТ_{30ЛБ}, ТТ_{1ПРБ}-ТТ_{30ПРБ})

10.2.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (термометра сопротивления морской ТСП/1-8040):

- проверить наличие действующей поверки на входящий в состав ИК термометр сопротивления морской ТСП/1-8040, выполненной по установленной методике (см. выше примечание к таблице 3);
- за погрешность прошедших поверку термометров сопротивления считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, вычисленной по формуле, приведенной в описании типа (паспорте) в зависимости от измеряемой температуры.

Полученные значения основной погрешности термометра сопротивления $\gamma_{д2}$ приведены в столбце 9 таблицы Б.2.1 Приложения Б.

10.2.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.2 Приложения А, подключив меру сопротивления постоянного тока многозначную к вторичной части выбранного ИК температуры в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);
- поочередно подать на вход выбранного ИК (ТТ_{1ЛБ}) значения сопротивления $R_{вх}$, Ом согласно таблице Б.2.1 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК ТТ_{1ЛБ}, °С (считанных с монитора АРМ в окне Основных параметров схемы испытаний в строке ЗХ_Т ЛБ, см. рисунок 3);
- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК $\Delta T_{\text{в}}$ по формуле 1 (п. 10.6 МП) и, выбрав из трех величин – максимальную $\Delta T_{\text{макс}}$, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.2.1 Приложения Б;
- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{в2}$, % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК γ_2 , % по формуле 6 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.2.1 приложения Б.

10.2.1.3 Повторить выполнение п. 10.2.1.2 для вторичных частей ИК ТТ_{2ЛБ}-ТТ_{30ЛБ}, ТТ_{1ПрБ}-ТТ_{30ПрБ} с фиксацией результатов расчета приведенных погрешностей в таблицах по форме Б.2.1 приложения Б для этих ИК.

10.2.1.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры масла гидромурфт, гидрозамедлителей и подшипников шестерен в рабочем диапазоне измерений находится в пределах $\pm 2\%$.

10.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры масла на входе в испытываемые изделия (для ИК Т_{мЛБ}, Т_{мПрБ})

10.2.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (термопреобразователя сопротивления ДТС):

- проверить наличие действующей поверки на входящий в состав ИК термопреобразователь сопротивления ДТС, выполненной по установленной методике (см. выше примечание к таблице 3);

- за погрешность прошедших поверку термопреобразователей считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, вычисленной по формуле, приведенной в описании типа (паспорте) в зависимости от измеряемой температуры (для кл. допуска А по ГОСТ 6651-2009).

Полученные значения основной погрешности термопреобразователя $\gamma_{д2}$ приведены в столбце 9 таблицы Б.2.2 Приложения Б.

10.2.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.2 Приложения А, подключив меру сопротивления постоянного тока многозначную к вторичной части выбранного ИК температуры в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения сопротивления $R_{вх}$, Ом согласно таблице Б.2.2 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК Т_{мЛБ}, °С (считанных с монитора АРМ индикатора «Т», находящегося до РО55Л (РО55П), см. рисунок 2);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК $\Delta T_{мв}$ по формуле 1 (п. 10.6 МП) и, выбрав из трех величин – максимальную $\Delta T_{м макс}$, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.2.2 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{в2}$, % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК γ_2 , % по формуле 6 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.2.2 приложения Б.

10.2.2.3 Повторить выполнение п. 10.2.2.2 для вторичной части ИК Т_{мПрБ} с фиксацией результата расчета приведенной погрешности в таблице по форме Б.2.2 приложения Б для этого ИК.

10.2.2.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры масла на входе в испытываемые изделия в рабочем диапазоне измерений находится в пределах $\pm 2\%$.

10.3 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений

ИК крутящего момента силы

10.3.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м

10.3.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-080R (далее – датчик) с интерфейсным модулем ТИМ40)

10.3.1.1.1 Демонтировать со штатного места стенда датчик крутящего момента силы К-Т40FM-080R с интерфейсным модулем ТИМ40 и установить датчик с помощью оснастки на

государственный рабочий эталона 1 разряда единицы крутящего момента силы в диапазоне значений от 1 до 300 кН·м, по приказу Росстандарта от 06.09.2024 № 2152, при этом, к аналоговому выходу интерфейсного модуля подключить калибратор в режиме измерения силы постоянного тока в соответствии с рисунком А.3 а) Приложения А.

10.3.1.1.2 Подготовить датчик к работе в режиме преобразований крутящего момента силы в сигнал постоянного тока. Провести нагружение (прямой ход) измерителя силой, соответствующей первому значению крутящего момента силы $M_{n=1,i=2}$ в соответствии с таблицей Б.3.1.1. Нагружения измерителя должны проводиться плавно, без рывков и ударов. Время измерения в каждой точке нагружения должно быть не менее 30 с.

10.3.1.1.3 Снять показания текущего значения силы тока $I_{n,i}$ и полученный результат занести в таблицу Б.3.1.1.

10.3.1.1.4 Выполнить измерения для всех значений крутящего момента силы $M_{n,i}$, приведённых в таблице Б.3.1.1, выполнив не менее трёх циклов нагружения ($n = 3$).

10.3.1.1.5 По результатам измерений определить среднее арифметическое значение результата измерений для прямого и обратного хода

$$\bar{I}_i = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 (I_{n,i} - I_{n,0})$$

$$\bar{I}'_i = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 (I'_{n,i} - I'_{n,0})$$

Определить систематическую составляющую абсолютной погрешности из соотношения

$$\Delta_{\text{ст},i}^I = \left| \frac{(\bar{I}_i + \bar{I}'_i)}{2} - I_{\text{ном},i} \right|$$

где $I_{\text{ном},i}$ - номинальные значения выходного сигнала в i -ой точке нагружения.

Определить среднеквадратическое отклонение результата измерений с учётом вариации показаний по формуле

$$S_{\text{ст},i}^I = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^3 (I_{n,i} - \bar{I}_i)^2 + \sum_{n=1}^3 (I'_{n,i} - \bar{I}'_i)^2}{2n - 1} + \frac{(\bar{I}_i - \bar{I}'_i)^2}{12}}$$

10.3.1.1.6 Определить абсолютную погрешность преобразований крутящего момента силы в сигнал постоянного тока по формуле

$$\Delta_i^I = 2 \cdot S_{\Sigma,i}$$

где S_{Σ} оценка суммарного среднеквадратического отклонения:

$$S_{\Sigma,i} = \sqrt{\frac{\Delta_{\text{ст},i}^I{}^2}{3} + S_{\text{ст},i}^I{}^2}$$

10.3.1.1.7 Определить погрешность преобразований крутящего момента силы, приведённую к верхнему значению диапазона преобразований, по формуле

$$\gamma_i^I = \frac{\Delta_i^I}{I_{\text{в}}} \cdot 100$$

Максимальное значение полученных погрешностей

$$\gamma = \max |\gamma_i^I|$$

фиксировать в столбце 9 таблицы Б.3.1.2 Приложения Б.

10.3.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.3 б) Приложения А, подключив калибратор к вторичной части выбранного ИК $M_{\text{нагр}}$ в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока $I_{вх}$, мА согласно таблице Б.3.1.2 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК $M_{нагр\ изм}$, (считанных с дисплея АРМ в строке $M_{нагр}$, см. рисунок 3);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК $\Delta M_{нагрв}$ по формуле 1 (п. 10.6 МП) и, выбрав из трех величин – максимальную $\Delta M_{м\ макс}$, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.3.1.2 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{вз}$, % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК γ_3 , % по формуле 7 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.3.1.2 приложения Б.

10.3.1.3 Результаты поверки считать положительными если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 2000 до 70000 Н·м находится в допускаемых пределах $\pm 1,5$ %.

10.3.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 1300 до 16200 Н·м

10.3.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-040R с интерфейсным модулем ТИМ40)

10.3.2.1.1 Выполнить пп. 10.3.1.1.1 - 10.3.1.1.7 для определения действительных значений приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока датчиком крутящего момента силы К-Т40FM-040R с интерфейсным модулем ТИМ40 и фиксацией результатов измерений в таблицы Б.3.2.1 Приложения Б и максимальных значений полученных погрешностей в ст. 9 таблицы Б.3.2.2 Приложения Б.

10.3.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК

10.3.2.2.1 Выполнить п 10.3.1.2 для определения приведенной к ВП погрешности ИК с фиксацией полученных значений в ст. 8 и 10 таблицы Б.3.2.2 Приложения Б.

10.3.2.3 Результаты поверки считать положительными если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 1300 до 16200 Н·м находится в допускаемых пределах $\pm 1,5$ %.

10.4 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений

ИК частоты вращения

10.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно и поэлементно) (для ИК частоты вращения валов приводных ЭД $V_{двиг}$, $V_{ген}$)

10.4.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД в рабочем диапазоне измерений комплектным способом

10.4.1.1.1 Проверить наличие действующей поверки на используемый при определении метрологических характеристик ИК частоты вращения эталонный тахометр универсальный цифровой TESTO 470 (далее – тахометр).

10.4.1.1.2 На левый и правый приводные валы редуктора РО-55 (далее – редуктор), помещенного на испытательный стенд, наклеить светоотражающие маркеры.

10.4.1.1.3 В соответствии с Руководством по эксплуатации подготовить стенд к работе. Собрать схему согласно рис. А.4.1 а) Приложения А.

10.4.1.1.4 Последовательно устанавливая на стенде значения частоты вращения левого борта редуктора из столбца 2 таблицы Б.4.1.2 приложения Б ПИ, регистрировать в соответствующих строках столбца 3 указанной таблицы показания тахометра, а в соответствующих строках столбца 4 этой же таблицы результаты измерений проверяемого ИК, отображаемые на мониторе АРМ оператора СИС в поле $V_{двиг}$.

10.4.1.1.5 Повторить операции по п. 10.4.1.1.4 ПИ для второго ИК частоты вращения $V_{ген}$.

10.4.1.1.6 По формуле 1 (п. 10.6 МП) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 5 таблицы Б.4.1.2 значения абсолютной погрешности ИК в проверяемых точках.

10.4.1.1.7 По формуле 2 (п. 10.6 МП) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 6 таблицы Б.4.1.2 значения приведенной к ВП погрешности ИК в проверяемых точках.

10.4.1.1.8 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД в рабочем диапазоне измерений находится в пределах $\pm 2\%$.

10.4.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД в рабочем диапазоне измерений поэлементным способом

10.4.1.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (тахометра электронного цифрового ТСП-04):

- проверить наличие действующей поверки на входящий в состав ИК тахометра электронного цифрового ТСП-04 выполненной по установленной методике (см. выше примечание к таблице 3);

- за погрешность прошедших поверку тахометров считать модуль пределов допускаемой относительной погрешности аналогового выходного сигнала, который (в соответствии с описанием типа) равен 1% .

Соответствующие значения приведенной погрешности тахометра (датчика) $\gamma_{д4}$ в диапазоне измерений ИК приведены в столбце 9 таблицы Б.4.1.1 Приложения Б.

10.4.1.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.4.1 б) Приложения А, подключив калибратор к вторичной части выбранного ИК $V_{двиг}$ в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока $I_{вх}$, мА согласно таблице Б.4.1.1 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК $V_{двиг}$, (считанных с дисплея АРМ в окне $V_{двиг}$, см. рисунок 3);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК ΔV_v по формуле 1 (п. 10.6 МП) и, выбрав из трех величин – максимальную ΔV_{max} в, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.4.1.1 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{в4}$, % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК γ_4 , % по формуле 8 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.4.1.1 приложения Б.

10.4.1.2.3 Повторить выполнение п. 10.4.1.2.2 для вторичной части ИК $V_{ген}$ с фиксацией результатов расчета приведенных погрешностей в таблицах по форме Б.4.1.1 приложения Б для этих ИК.

10.4.1.2.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД в рабочем диапазоне измерений находится в пределах $\pm 2\%$.

10.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения входных фланцев ДД, ГТД и выходных валов испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно) (для ИК частоты вращения входных фланцев ДД, ГТД и выходных валов испытуемых изделий $V_{1ЛБ} - V_{3ЛБ}$, $V_{4ПРБ} - V_{6ПРБ}$)

10.4.2.1 Проверить наличие действующей поверки на используемый при определении метрологических характеристик ИК частоты вращения эталонный тахометр.

10.4.2.2 На левый и правый входные фланцы ДД, ГТД и на выходной вал испытуемого изделия, помещенного на испытательный стенд, наклеить светоотражающие маркеры.

10.4.2.3 В соответствии с Руководством по эксплуатации подготовить стенд к работе. Собрать схему согласно рис. А.4.2 Приложения А.

10.4.2.4 Последовательно устанавливая на стенде значения частоты вращения левого борта редуктора из столбца 2 таблицы Б.4.2.1 приложения Б ПИ, регистрировать в соответствующих строках столбца 3 указанной таблицы показания тахометра, а в соответствующих строках столбца 4 этой же таблицы результаты измерений проверяемого ИК, отображаемые на мониторе АРМ оператора СИС в поле $V_{1ЛБ}$.

Для установления отрицательных значений частоты вращения необходимо поменять местами подключение разъемов датчиков ДТА-15 к блоку Р1813 проверяемого ИК. По окончании испытаний вернуться к штатному подключению разъемов датчиков.

10.4.2.5 Повторить операции по п. 10.4.2.4 ПИ для второго ИК частоты вращения правого борта $V_{4\text{ПРБ}}$.

10.4.2.6 По формуле 1 (п. 10.6 МП) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 5 таблицы Б.4.2.1 значения абсолютной погрешности ИК в проверяемых точках.

10.4.2.7 По формуле 2 (п. 10.6 МП) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 6 таблицы Б.4.2.1 значения приведенной к ВП погрешности ИК в проверяемых точках.

10.4.2.8 Повторить операции п.п. 10.4.2.4 – 10.4.2.7 для ИК частоты вращения входных фланцев ГТД и выходного вала испытуемого изделия $V_{2\text{ЛБ}}$, $V_{5\text{ПРБ}}$, $V_{3\text{ЛБ}}$, $V_{6\text{ПРБ}}$ для проверяемых точек, указанных в таблицах Б.4.2.2, Б.4.2.3 и фиксацией полученных результатов в соответствующих столбцах указанных таблиц.

10.4.2.9 Результаты поверки считать положительными, если для каждого ИК полученные максимальные значения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения входных фланцев ДД, ГТД и выходных валов испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений не превысили $\pm 1\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 0,7\%$ соответственно.

10.5 Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений

ИК силы переменного тока

Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытуемых изделий (для ИК $I_{1\text{ЛБ}} - I_{3\text{ЛБ}}$, $I_{1\text{ПРБ}} - I_{3\text{ПРБ}}$)

10.5.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (преобразователя силы переменного тока измерительного ДТТ)

- проверить наличие действующей поверки на входящий в состав ИК преобразователь силы переменного тока измерительный ДТТ-03Т, выполненной по установленной методике (см. выше примечание к таблице 3);

- за погрешность прошедших поверку преобразователей считать модуль пределов допускаемой основной приведенной погрешности, который (в соответствии с описанием типа) равен $0,5\%$.

Соответствующее значение приведенной погрешности преобразователя $\gamma_{д5}$ (с учетом дополнительной погрешности от изменения температуры на каждые 10°C от нормальной для системы) приведены в столбце 9 таблицы Б.5 Приложения Б.

10.5.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК.

- собрать схему согласно рисунку А.5 Приложения А, подключив калибратор к вторичной части выбранного ИК $I_{1\text{ЛБ}}$ в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока $I_{вх}$, мА согласно таблице Б.5 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК $I_{1\text{ЛБ}}$, (считанных с монитора АРМ параметра «ВПУ ЛБ. Ток фаза 1», см. рисунок 3);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК ΔI_v по формуле 1 (п. 10.6 МП) и, выбрав из трех величин – максимальную $\Delta I_{\text{макс}}$, зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.5 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{в5}$, % по формуле 2 (п. 10.6 МП) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК γ_5 , % по формуле 9 (п. 10.6 МП). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.5 приложения Б.

10.5.3 Повторить выполнение п. 10.5.2 для вторичной части ИК $I_{2\text{ЛБ}} - I_{3\text{ЛБ}}$, $I_{1\text{ПРБ}} - I_{3\text{ПРБ}}$ с фиксацией результатов расчета приведенных погрешностей в таблице по форме Б.5 приложения Б для этих ИК.

10.5.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного

тока ВПУ испытываемых изделий в рабочем диапазоне измерений находится в пределах $\pm 2,5\%$.

10.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.6.1 Проведение измерений

На каждом поверяемом ИК, у которых нулевое значение измеряемой величины расположено на краю диапазона измерений, измерения проводятся не менее, чем в пяти равномерно распределенных по диапазону точках, и одиннадцати для ИК нулевое значение которых расположено в середине диапазона измерений. При поэлементном способе в каждой точке производится по три измерения. При комплектном – по одному.

10.6.2 Расчет погрешностей

10.6.2.1 Расчет абсолютной погрешности

Значение абсолютной погрешности измерений Δ вычисляется по формуле (1):

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где $X_{\text{изм}}$ - результат измерений, определенный в п. 10.6.1;

$X_{\text{эт}}$ – эталонное (действительное) значение измеряемой величины.

10.6.2.2 Расчет приведенной погрешности

Значение приведенной к ВП погрешности измерений γ вычисляется по формуле (2):

$$\gamma = (\Delta/X_{\text{ВП}}) \cdot 100, \quad (2)$$

где Δ - значение абсолютной погрешности, определенное в п. 10.6.2.1;

$X_{\text{ВП}}$ – верхний предел диапазона измерений ИК.

10.6.2.3 Расчет приведенных погрешностей ИК при поэлементном способе

Приведенная к ВП погрешность измерений ИК вычисляется по формуле (3):

$$\gamma = |\gamma_{\text{дат}}| + |\gamma_{\text{в}}|, \quad (3)$$

где γ - приведенная к ВП погрешность измерений ИК;

$\gamma_{\text{дат}}$ - приведенная к ВП погрешность первичного преобразователя ИК;

$\gamma_{\text{в}}$ - приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК.

10.6.2.3.1 Расчет погрешностей ИК избыточного давления

Приведенная к ВП погрешность измерений избыточного давления вычисляется по формуле (4):

$$\gamma_1 = |\gamma_{\text{д1}}| + |\gamma_{\text{в1}}|, \quad (4)$$

где γ_1 - приведенная к ВП погрешность измерений избыточного давления;

$\gamma_{\text{д1}}$ - приведенная к ВП погрешность преобразователей давления измерительного ОВЕН ПД100 и DMP331i;

$\gamma_{\text{в1}}$ - приведенная к ВП погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления.

При этом, приведенная к ВП погрешность датчика давления вычисляется по формуле (5):

$$\gamma_{\text{д1}} = \gamma_{\text{ди}} \cdot (\text{ДИ}/\text{ВП}), \quad (5)$$

где $\gamma_{\text{д1}}$ - приведенная к ВП ИК погрешность преобразователя давления;

$\gamma_{\text{ди}}$ - приведенная к диапазону измерений (ДИ) погрешность преобразователя давления измерительного DMP331i, определенная при его автономной поверке по установленной методике;

ДИ - диапазон измерений преобразователя давления измерительного DMP331i, для которого нормируется его погрешность;

ВП – верхний предел измерений ИК (одинаковый для всех составляющих погрешности, вычисляемых по формулам (4) и (5) для каждого конкретного ИК).

10.6.2.3.2 Приведенная к ВП погрешность измерений температуры (с термопреобразователями сопротивления) вычисляется по формуле (6):

$$\gamma_2 = |\gamma_{д2}| + |\gamma_{в2}|, \quad (6)$$

где γ_2 - приведенная к ВП ИК погрешность измерений температуры (с термопреобразователями сопротивления);

$\gamma_{д2}$ - приведенная к ВП погрешность термометров сопротивления морских ТСП/1-8040 и термопреобразователя сопротивления ДТС;

$\gamma_{в2}$ - приведенная к ВП погрешность измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры.

10.6.2.3.3 Приведенная к ВП погрешность измерений крутящего момента силы вычисляется по формуле (7):

$$\gamma_3 = |\gamma^I| + |\gamma_{в3}|, \quad (7)$$

где γ_3 - приведенная к ВП ИК погрешность измерений крутящего момента силы;

γ^I - приведенная к ВП погрешность преобразования крутящего момента силы в значения силы постоянного тока на выходе датчика крутящего момента силы T40FM с интерфейсным модулем TIM40;

$\gamma_{в3}$ - приведенная к ВП погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы.

10.6.2.3.4 Приведенная к ВП ИК погрешность измерений частоты вращения вычисляется по формуле (8):

$$\gamma_4 = |\gamma_{д4}| + |\gamma_{в4}|, \quad (8)$$

где γ_4 - приведенная к ВП ИК погрешность измерений частоты вращения;

$\gamma_{д4}$ - приведенная к ВП погрешность тахометра электронного цифрового ТСП-04, исп.1 согласно его описанию типа;

$\gamma_{в4}$ - приведенная к ВП погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующего значениям частоты вращения.

10.6.2.3.5 Приведенная к ВП ИК погрешность измерений среднеквадратических значений силы переменного тока вычисляется по формуле (9):

$$\gamma_5 = |\gamma_{д5}| + |\gamma_{в5}|, \quad (9)$$

где γ_5 - приведенная к ВП погрешность измерений среднеквадратических значений силы переменного тока;

$\gamma_{д5}$ - приведенная к ВП погрешность преобразования среднеквадратических значений силы переменного тока преобразователями силы переменного тока измерительными ДТТ, мод. ДТТ-03Т в значения силы постоянного тока согласно его описанию типа;

$\gamma_{в5}$ - приведенная к ВП погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующих среднеквадратическим значениям силы переменного тока.

10.6.3 Метрологические требования СИС подтверждаются выполнением пунктов, указанных в таблице 5

Таблица 5

Наименование пункта	Заключение о подтверждении соответствия
Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочих диапазонах измерений	Результат определения считают положительным, если полученные значения приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочих диапазонах измерений находятся в пределах или равны допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, в соответствии с пп. 10.1.1.4 и 10.1.2.3
Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочих диапазонах измерений	Результат определения считают положительным, если полученные значения приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочих диапазонах измерений находятся в пределах или равны допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, в соответствии с пп. 10.2.1.4 и 10.2.2.4
Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочих диапазонах измерений	Результат определения считают положительным, если полученные значения приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочих диапазонах измерений находятся в пределах или равны допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, в соответствии с пп. 10.3.1.3 и 10.3.2.3
Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочих диапазонах измерений	Результат определения считают положительным, если полученные значения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочих диапазонах измерений находятся в пределах или равны допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, в соответствии с пп. 10.4.1.1.8, 10.4.1.2.4 и 10.4.2.9
Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений	Результат определения считают положительным, если полученные значения приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений находятся в пределах или равны допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, в соответствии с п. 10.5.4

11 Оформление результатов поверки

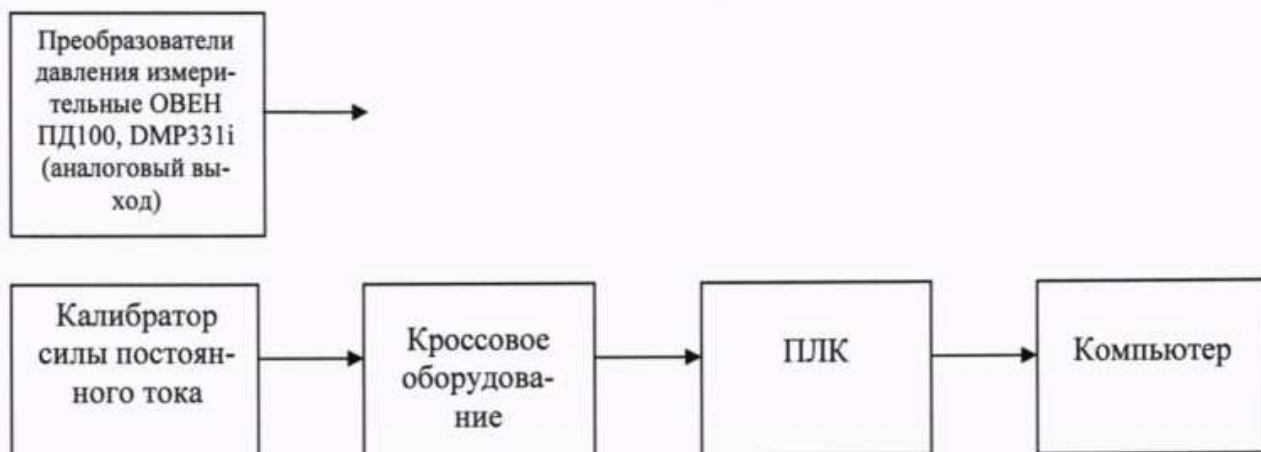
11.1 Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении Б). Сведения о результатах поверки, в целях подтверждения поверки, должны быть переданы в ФИФ ОЕИ. При положительных результатах поверки по требованию заказчика оформляется свидетельство о поверке установленной формы. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению.

11.2 Знак поверки, номер записи со сведениями о результатах поверки в ФИФ ОЕИ указываются в протоколе поверки и, по требованию заказчика, в свидетельстве о поверке.

Приложение А

(обязательное)

Схемы поверки

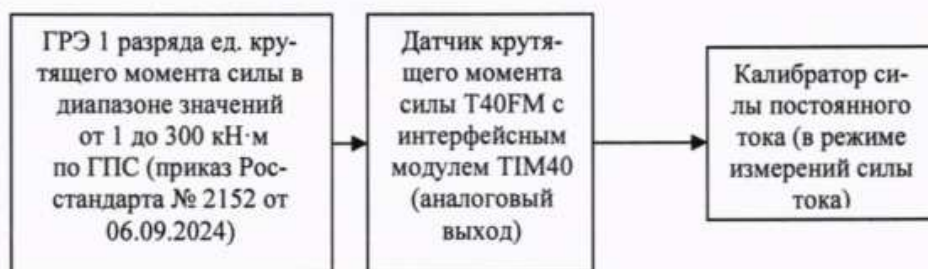


ПЛК – программируемый логический контроллер

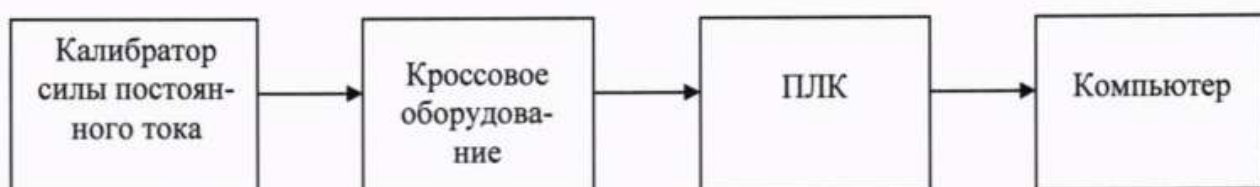
Рисунок А.1 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления



Рисунок А.2 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений температуры

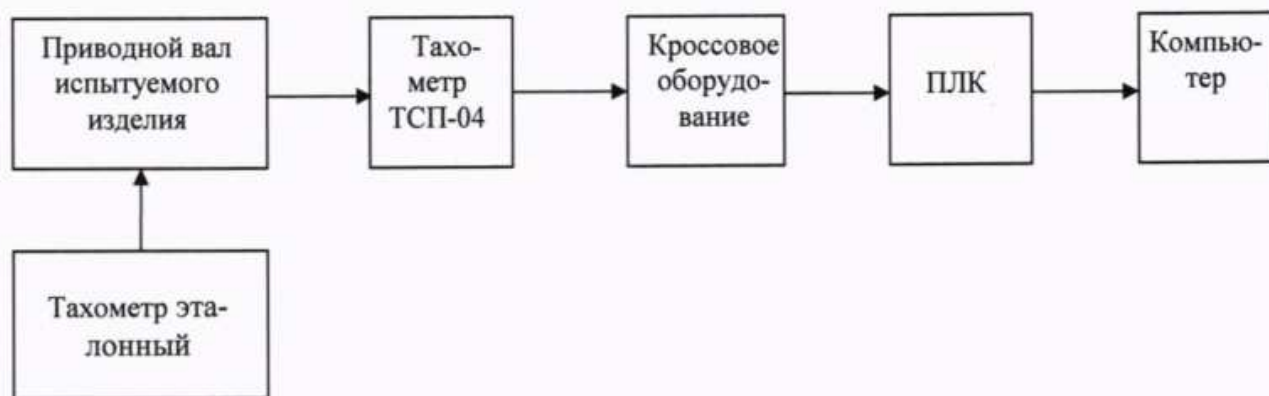


а)



б)

Рисунок А.3 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы



а) комплектный способ



б) поэлементный способ

Рисунок А.4.1 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД (в диапазоне от 20 до 500 об/мин)

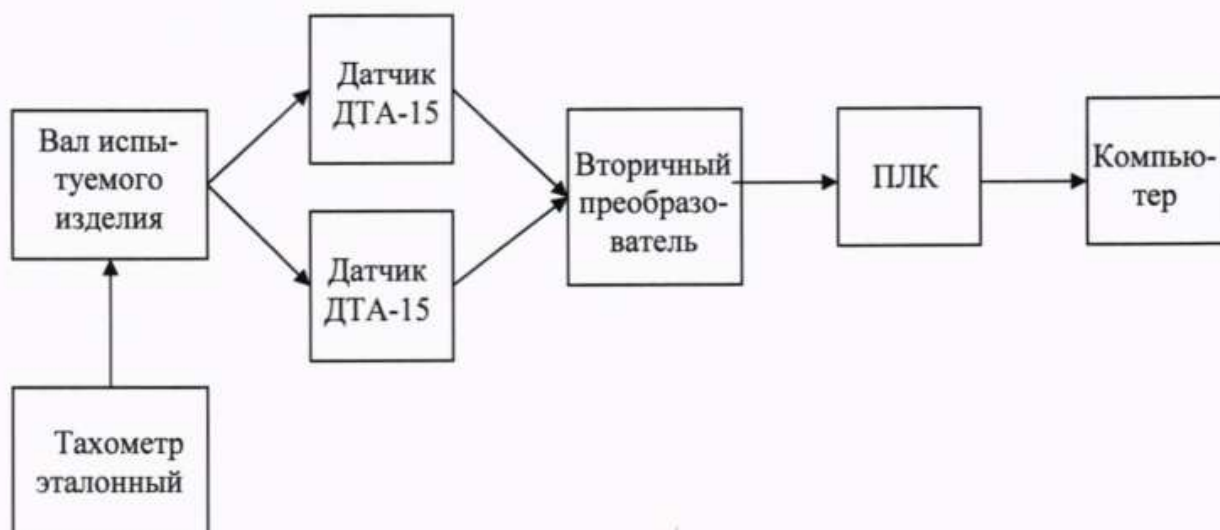


Рисунок А.4.2 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения входных фланцев ДД, ГТД и выходного вала испытуемых изделий



Рисунок А.5 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытуемых изделий

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки

Системы измерительной испытательного стенда 472-17-905
заводской номер 472-17-905

1 Вид поверки _____

2 Дата поверки: _____

3 Средства поверки:

4 Условия поверки:

Температура окружающей среды, °C _____

Относительная влажность, % _____

Атмосферное давление, кПа _____

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Внешний осмотр _____

5.2 Опробование _____

5.3 Проверка ПО _____

5.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

(ИК избыточного давления)

5.4.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в испытываемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК Р_{1ПрБ}, Р_{ЗЛБ})

Таблица Б.1.1

Обозна чение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК I _{вх} , мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК P _{эт} , бар	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК ΔP _{махв} , бар	Приведенная погрешность вторичной части ИК, γ _{в1} %	Приведенная к ВП погрешность датчика, γ _{д1} , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ ₁ , %
			P _{изм} , бар						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P _{масла}	4,0	0						0,5	
	8,0	4						0,5	
	12,0	8						0,5	
	16,0	12						0,5	
	20,0	16						0,5	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в испытываемые изделия в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и находится в допускаемых пределах ±2 %.

5.4.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК Р_{возд})

Таблица Б.1.2

Обозна чение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}, \text{ мА}$	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $P_{эт}, \text{ бар}$	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta P_{\text{макс}}, \text{ бар}$	Приведенная погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{в1} \%$	Приведенная к ВП погрешность датчика, $\gamma_{д1}, \%$	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_1, \%$
			$P_{изм}, \text{ бар}$						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{возд}}$	4,0	0						0,1	
	8,0	5						0,1	
	12,0	10						0,1	
	16,0	15						0,1	
	20,0	20						0,1	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и находится в допускаемых пределах ±2 %.

5.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

(ИК температуры)

5.4.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры (для ИК ТТ_{1ЛБ}-ТТ_{30ЛБ} (ЗХ_ТЛБ, ПХ_ДЛБ, ЗХ_ДЛБ, ПХ_ТЛБ, Z1.1ЛБ÷Z11.2ЛБ), ТТ_{1ПрБ}-ТТ_{30ПрБ} (ЗХ_ТПрБ, ПХ_ДПрБ, ЗХ_ДПрБ, ПХ_ТПрБ, Z1.1ПрБ÷Z11.2ПрБ))

Таблица Б.2.1

Обозна чение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК R _{вх} , Ом	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК ТТ _{эт} , °C	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК ΔТТ _{макс} , °C	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК γ _{в2} , %	Приведенная к ВП погрешность датчика γ _{д2} , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ ₂ , %
			ТТ _{изм} , °C						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТТ	50,99	5						0,27	
	55,92	30						0,375	
	61,80	60						0,5	
	67,62	90						0,625	
	73,39	120						0,75	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры с термометрами сопротивления морскими в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и находится в пределах ±2 %.

5.4.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры масла на входе в испытываемые изделия (для ИК $T_{мЛБ}$, $T_{мПрБ}$)

Таблица Б.2.2

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК R _{вх} , Ом	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК T _{м эт} , °C	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК ΔT _{м max} , °C	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК γ _{в2} , %	Приведенная к ВП погрешность датчика γ _{д2} , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ ₂ , %
			T _{м изм} , °C						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T _м	46,02	-20						0,19	
	54,94	25						0,2	
	63,75	70						0,29	
	70,51	105						0,36	
	79,11	150						0,45	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры масла на входе в испытываемые изделия в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и находится в пределах ± 2 %.

5.4.3 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений

ИК крутящего момента силы (для ИК $M_{нагр}$)

5.4.3.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м.

5.4.3.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-080R с интерфейсным модулем TIM40).

Таблица Б.3.1.1 в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м

№, i	Заданное значение $M_{n,i}$, Н·м	Номинальное значение, мА	Измеренное значение $I_{n,i}$, мА							
			$I_{1,i}$	$I_{2,i}$	$I_{3,i}$	I_i	$\Delta_{ст,i}^I$	$S_{ст,i}^I$	Δ_i^I	γ , %
1	2000	12,2								
2	10000	13								
3	25000	14,5								
4	40000	16								
5	55000	17,5								
6	70000	19								
7	55000	17,5								
8	40000	16								
9	25000	14,5								
10	10000	13								
11	2000	12,2								

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока составляет _____

5.4.3.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значению крутящего момента силы и погрешности ИК в целом в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м

Таблица Б.3.1.2

Обозна- чение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}$, мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК M , Н·м	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta M_{махв}$, Н·м	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{вз}$, %	Максим. значение приведен- ной к ВП погрешн- ости преобраз- ования, γ^I , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_3 , %
			$M_{изм}$, Н·м						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_{нагр}$	12,2	2000							
	13,0	10000							
	14,5	25000							
	16,0	40000							
	17,5	55000							
	19,0	70000							

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 2000 до 70000 Н·м составило _____ % и находится в допускаемых пределах $\pm 1,5$ %.

5.4.3.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 1300 до 12600 Н·м

ИК крутящего момента силы (ИК $M_{нагр}$)

5.4.3.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-040R с интерфейсным модулем TIM40).

Таблица Б.3.2.1 в диапазоне от 1300 до 12600 Н·м

№, i	Заданное значение $M_{n,i}$, Н·м	Номинал значение, мА	Измеренное значение $I_{n,i}$, мА							
			$I_{1,i}$	$I_{2,i}$	$I_{3,i}$	I_i	$\Delta_{ст,i}^I$	$S_{ст,i}^I$	Δ_i^I	γ , %
1	1300	12,26								
2	3500	12,7								
3	7000	13,4								
4	10500	14,1								
5	14000	14,8								
6	16200	15,24								
7	14000	14,8					-			
8	10500	14,1								
9	7000	13,4								
10	3500	12,7								
11	1300	12,26								

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока составляет _____

5.4.3.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значению крутящего момента силы и погрешности ИК в целом в диапазоне от 1300 до 16200 Н·м

Таблица Б.3.2.2

Обозна чение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}$, мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК M , Н·м	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta M_{махв}$, Н·м	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{вз}$, %	Максим. значение приведен ной к ВП погрешн ости преобраз ования, γ^I , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_3 , %
			$M_{изм}$, Н·м						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_{нагр}$	12,26	1300							
	12,7	3500							
	13,4	7000							
	14,1	10500							
	14,8	14000							
	15.24	16200							

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 1300 до 16200 кН·м составило _____ % и находится в допускаемых пределах $\pm 1,5$ %.

5.4.4 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений

(ИК частоты вращения)

5.4.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно или поэлементно)

ИК частоты вращения валов приводных ЭД $V_{двиг}$, $V_{ген}$

Таблица Б.4.1.1 (поэлементный способ)

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}$, мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $V_{эт}$, об/мин	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta V_{махв}$, об/мин	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{в4}$, %	Приведенная погрешность датчика, $\gamma_{д4}$, %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_4 , %
			$V_{изм}$, об/мин						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{прив}$	4,016	20						0,04	
	4,144	100						0,2	
	4,305	200						0,4	
	4,465	300						0,6	
	4,625	400						0,8	
	4,786	500						1	

Таблица Б.4.1.2 (комплектный способ)

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, $V_{эт}$, об/мин	Показания ИК $V_{изм}$, об/мин	Абсолютная погрешность ИК Δ , об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_4 , %
1	2	3	4	5	6
$V_{прив}$	20				
	100				
	200				
	300				
	400				
	500				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов приводных ЭД (с тахометрами электронными цифровыми ТСП-04) в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и находится в пределах ± 2 %.

5.4.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения входных фланцев ДД, ГТД и выходного вала испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно)

ИК частоты вращения входных фланцев ДД, ГТД и выходного вала испытуемых изделий $V_{1ЛБ} - V_{3ЛБ}$, $V_{4ПРБ} - V_{6ПРБ}$

Таблица Б.4.2.1 ИК $V_{1ЛБ}$, $V_{4ПРБ}$

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, $V_{эт}$, об/мин	Показания ИК $V_{изм}$, об/мин	Абсолютная погрешность ИК Δ , об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_4 , %
1	2	3	4	5	6
V	-1000				
	-750				
	-500				
	-250				
	-40				
	0				
	40				
	250				
	500				
	750				
	1000				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения входных фланцев ДД испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и не превышает ± 1 %.

Таблица Б.4.2.2 ИК $V_{2ЛБ}$, $V_{5ПРБ}$

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, $V_{эт}$, об/мин	Показания ИК $V_{изм}$, об/мин	Абсолютная погрешность ИК Δ , об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_4 , %
1	2	3	4	5	6
V	-2089				
	-1500				
	-1000				
	-500				
	-40				
	0				
	40				
	500				
	1000				
	1500				
	2089				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения входных фланцев ГТД испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и не превышает $\pm 0,5$ %.

Таблица Б.4.2.3 ИК $V_{3ЛБ}$, $V_{6ПРБ}$

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, $V_{эт}$, об/мин	Показания ИК $V_{изм}$, об/мин	Абсолютная погрешность ИК Δ , об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК γ_4 , %
1	2	3	4	5	6
V	-144				
	-100				
	-70				
	-40				
	-10				
	0				
	10				
	40				
	70				
	100				
	144				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения выходных валов испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и не превышает $\pm 0,7$ %.

5.4.5 Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытываемых изделий в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

ИК силы переменного тока ВПУ испытываемых изделий $I_{1ЛБ} \div I_{3ЛБ}$, $I_{1ПРБ} \div I_{3ПРБ}$

Таблица Б.5 ИК $I_{1ЛБ} \div I_{3ЛБ}$, $I_{1ПРБ} \div I_{3ПРБ}$

Обозна чение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}$, мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $I_{эт}$, А	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta I_{\max}$, А	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{в5}$ %	Приведенная к ВП погрешность датчика, $\gamma_{д5}$, %	Приведен ная к ВП погрешно сть ИК γ_5 , %
			$I_{изм}$, А						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	4,0	0						0,7	
	8,0	5						0,7	
	12,0	10						0,7	
	16,0	15						0,7	
	20,0	20						0,7	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытываемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило _____ % и находится в допускаемых пределах $\pm 2,5$ %.

6 Выводы

Погрешности Системы измерительной испытательного стенда 472-17-905 зав. № 472-17-905 не превышают пределов допускаемой погрешности.

Результаты поверки: _____

Дата очередной поверки: _____

Поверитель:

Должность Дата Подпись ФИО

Приложение В

(справочное)

Перечень измеряемых параметров СИС

В.1 Перечень измеряемых параметров СИС приведен в таблице В.1.

В таблице В.1 используются следующие сокращения:

ВП - верхний предел диапазона измерений;

ИК – измерительный канал;

ДД – дизельный двигатель;

ГТД – газотурбинный двигатель;

ВПУ – валоповоротное устройство.

Таблица В.1

Наименование параметра (номер ИК)	Обозначение параметра	Диапазон изме- рений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, %
ИК избыточного давления			
Давление масла на входе в испытываемые изделия (ИК 32,71)	$P_{ЗЛБ}, P_{1ПрБ}$	от 0 до 1,6 МПа (от 0 до 16 бар)	± 2
Давление воздуха на вхо- де в испытываемые изделия (ИК 82)	$P_{возд}$	от 0 до 2 МПа (от 0 до 20 бар)	± 2
ИК температуры			
Температура подшипни- ков шестерней (ИК 1 - 26; 40 – 65)	$TT_{5ЛБ} \div TT_{30ЛБ}$ ($Z1.1ЛБ \div Z11.2ЛБ$), $TT_{5ПрБ} \div TT_{30ПрБ}$ ($Z1.1ПрБ \div Z11.2ПрБ$)	от +5 °С до +120 °С	± 2
Температура масла гид- ромуфта (ИК 27 – 29; 66 – 68)	$TT_{1ЛБ} \div TT_{3ЛБ}$ ($ЗХ_ТЛБ, ПХ_ДЛБ, ЗХ_ДЛБ$), $TT_{1ПрБ} \div TT_{3ПрБ}$ ($ЗХ_ТПрБ, ПрХ_ДПрБ,$ $ЗХ_ДПрБ$)	от +5 °С до +120 °С	± 2
Температура гидрозамед- лителей (ИК 30, 69)	$TT_{4ЛБ}$ (ПХ_ТЛБ), $TT_{4ПрБ}$ (ПХ_ТПрБ)	от +5 °С до +120 °С	± 2

Наименование параметра (номер ИК)	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, %
Температура масла на входе в испытуемые изделия (ИК 31, 70)	$T_{\text{мЛБ}}, T_{\text{мПрБ}}$	от -20 °C до +150 °C	±2
ИК крутящего момента силы			
Крутящий момент силы (ИК 81)	$M_{\text{нагр}}$	от 2000 до 70000 Н·м от 1300 до 16200 Н·м	±1,5
ИК частоты вращения			
Частота вращения валов приводных ЭД (ИК 79, 80)	$V_{\text{двиг}}, V_{\text{ген}}$	от 20 до 500 об/мин	±2
Частота вращения входного фланца ДД испытуемых изделий (ИК 34, 73)	$V_{1\text{ЛБ}}, V_{4\text{ПрБ}}$	от -1000 до +1000 об/мин	±1
Частота вращения входного фланца ГТД испытуемых изделий (ИК 35, 74)	$V_{2\text{ЛБ}}, V_{5\text{ПрБ}}$	от -2089 до +2089 об/мин	±0,5
Частота вращения выходных валов испытуемых изделий (ИК 36, 75)	$V_{3\text{ЛБ}}, V_{6\text{ПрБ}}$	от -144 до +144 об/мин	±0,7
ИК силы переменного тока			
Сила переменного тока ВПУ испытуемых изделий (ИК 37 – 39; ИК 76 – 78)	$I_{1\text{ЛБ}} \div I_{3\text{ЛБ}},$ $I_{1\text{ПрБ}} \div I_{3\text{ПрБ}}$	от 0 до 20 А	±2,5