

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «11» мая 2022 г. № 1141

Регистрационный № 85520-22

Лист № 1
Всего листов 8

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная автоматизированная «ИС-9»

Назначение средства измерений

Система измерительная автоматизированная «ИС-9» (далее по тексту – Система, ИС-9) в составе испытательного оборудования горизонтального стенда закрытого типа № 9 корпуса 7 ПАО «ОДК-Сатурн» предназначена для измерений параметров наземных газотурбинных двигателей (ГТД) при их стендовых испытаниях: избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред; расхода топливного газа; температур газообразных и жидких сред; частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения выходного вала редуктора.

Описание средства измерений

Принцип действия ИС-9 при измерении физических величин основан на преобразовании измеряемых физических величин первичными измерительными преобразователями (ПП) в электрические сигналы, функционально связанные с измеряемыми физическими величинами, с последующим преобразованием, нормализацией и передачей их по каналам связи в измерительные модули для цифрового преобразования и регистрации измеренных величин с последующей передачей для отображения средствами вычислительной техники.

Конструктивно ИС-9 включает в себя следующие основные компоненты:

- шкаф приборный с установленными в нем модулями стандартов PXI, SCXI, объединенных локальной сетью Ethernet;
- шкаф температурных преобразователей с установленными в нем переходными клеммами, соединенных кабельными линиями с входными разъемами измерительных модулей;
- рабочее место оператора с установленными на нем двумя персональными компьютерами для управления комплексом (АРМ).

Функционально ИС-9 включает в себя следующие измерительные каналы (ИК):

- ИК избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред;
- ИК расхода топливного газа;
- ИК температур газообразных и жидких сред;
- ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения выходного вала редуктора.

ИК избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред.

Принцип действия ИК основан на функциональной зависимости выходных сигналов преобразователей давления измерительных APR-2000PD и APC-2000PD (регистрационный номер в номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, далее – рег. № 48825-12) возникающих от воздействия измеряемого давления (разрежения) жидкостей или газов на чувствительный элемент ПП. Аналоговые выходные сигналы ПП (постоянный ток в диапазоне от 4 до 20 мА) на нагрузочных резисторах, установленных в терминальном блоке SCXI-1308, преобразуются в напряжение постоянного тока и через мультиплексор SCXI-1102В направляются на вход преобразователя напряжения измерительного аналого-цифрового (далее – АЦП) PXI-6289 (рег. № 61938-15), который преобразует их в цифровой код измеряемого сигнала и передает для регистрации и отображения средствами вычислительной техники АРМ.

ИК расхода топливного газа включает в свой состав счетчик-расходомер массовый Micro Motion CMF-50 (рег. № 45115-10). Принцип действия ИК основан на использовании сил Кориолиса, действующих на поток среды, двигающейся по петле трубопровода, которая колеблется с постоянной частотой. Силы Кориолиса вызывают поперечные колебания противоположных сторон петли и, как следствие, фазовые смещения их частотных характеристик, пропорциональные массовому расходу. Цифровой код измеряемого сигнала передается для регистрации и отображения средствами вычислительной техники АРМ.

ИК температур газообразных и жидких сред.

Принцип действия ИК на базе термопреобразователей сопротивления ТС-1288 (рег. № 58808-14) и СТР-8 (рег. № 69910-17) основан на измерении и преобразовании температуры в электрический сигнал (сопротивление постоянному току), пропорциональный измеряемой температуре, который поступает на вход преобразователей измерительных KFD2-UT2-1 (рег. № 22149-14). Аналоговые выходные сигналы с преобразователей (постоянный ток в диапазоне от 4 до 20 мА) на нагрузочных резисторах, установленных в терминальном блоке SCXI-1308, преобразуются в напряжение постоянного тока и через мультиплексор SCXI-1102В направляются на вход АЦП РХИ-6289 (рег. № 61938-15), который преобразует их в цифровой код измеряемого сигнала и передает для регистрации и отображения средствами вычислительной техники АРМ.

ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения выходного вала редуктора.

Принцип действия ИК основан на измерении частоты выходных сигналов, поступающих с датчика частоты вращения, с помощью нормализатора FLA157A-003, преобразующего исходный сигнал к сигналу уровня ТТЛ той же частоты. Сигнал с нормализатора поступает на частотомер-счетчик импульсов РХИ-6608 (рег. № 59749-15), преобразующий значение частоты последовательности импульсов в цифровой код, который передается для регистрации и отображения средствами вычислительной техники АРМ.

Общий вид составных частей ИС-9 представлен на рисунках 1 - 6.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Заводской номер (№ 1), наносится на бирку в месте, указанном на рисунке 1.

Защита от несанкционированного доступа к компонентам системы обеспечивается:

- ограничением доступа к месту установки системы;
- запирающим ключом замков на дверях элементов системы (рисунок 2).



Рисунок 1 – Шкаф приборный



Рисунок 2 – Замок шкафа приборного



Рисунок 3 – Шкаф температурных преобразователей

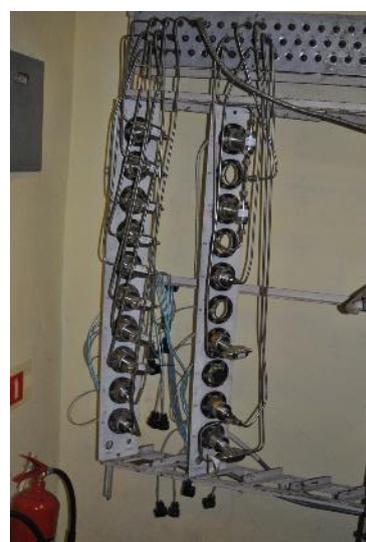


Рисунок 4 – Статив датчиков давления



Рисунок 5 – Общий вид счетчика-расходомера массового Micro Motion CMF-50



Рисунок 6 – Автоматизированное рабочее место

Программное обеспечение

Включает общее и функциональное программное обеспечение (ПО).

В состав общего ПО (ОПО) входит операционная система Windows XP (32-разрядная) и программные утилиты «Панель управления» и «Конфигуратор».

В состав функционального ПО (ФПО) входит:

1. Сервер параметров (Stendserver.exe) центральный модуль, который в реальном масштабе времени выполняет следующие функции:

- непрерывный прием измеренных данных от всех ССД;
- вычисление расчетных параметров в соответствии с заданными формулами и полиномами;
- запись измеренных и расчетных данных в файлы;
- передачу значений измеренных и расчетных параметров клиентам верхнего уровня;
- прием и передачу служебно-информационных сообщений.

2. Библиотека вычисления расчетных параметров (модуль расчета Stendserver.exe) предназначена для вычисления расчетных параметров в соответствии с заданными формулами.

3. Библиотека настройки аппаратной части ИК (ПО ССД - `ssd_pxi_rt.dll`, `ssd_pxi_rt.dll`, `startup.rtxe`) выполняет следующие функции:

- настройку аппаратной части ИК в соответствии с конфигурацией;
- выполнение опроса ИК с заданной периодичностью и передачу измеренных данных на сервер в реальном масштабе времени.

4. ПО метрологических исследований (`pMetrology.exe`) предназначено для выполнения проверок и контроля точности ИК, а также для формирования протоколов метрологических испытаний.

ФПО ИС-9 имеет метрологически значимую часть. Метрологически значимая часть ПО ИС-9 и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077 - 2014.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
	Идентификационное наименование ПО	Stendserver.exe	ssd_pxi_rt.dll	ssd_pxi_rt.dll	startup_rt.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.59.1.259	1.15.4.0	1.15.4.0	3.1.1.0	1.20.1.0
Цифровой идентификатор ПО	7ABE72EF	D40C2253	AE3B5EBD	88B86EAA	011B9C6A
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32	CRC32	CRC32	CRC32	CRC32

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики ИС-9 приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Основные метрологические характеристики ИС-9

Физические параметры (обозначение)	Измеряемые величины	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во ка-
1	2	3	4	5
ИК избыточных и разности давлений газообразных и жидких сред				
Разрежение во входном патрубке РМК (Параметры: ΔН1 - ΔН8)	Разность давлений	от 0 до 19,6 кПа (от 0 до 0,2 кгс/см ²)	γ: ±0,4 % от ВП	8
Давление воздуха на наддув передней опоры (Параметр: Р6)	Давление избыточное	от 0 до 24,5 кПа (от 0 до 0,25 кгс/см ²)	γ: ±1,0 % от ВП	1
Давление воздуха на наддув задней опоры (Параметр: Р7)		от 0 до 392,3 кПа (от 0 до 4 кгс/см ²)	γ: ±1,0 % от ВП	1
Перепад полного давления на сетке ВЗУ (Параметры: РВЗУ1 - РВЗУ2)	Разность давлений	от 0 до 7 кПа (от 0 до 0,07 кгс/см ²)	γ: ±0,5 % от ВП	2
Давление воздуха на входе в двигатель (Параметр: Рвх)	Давление избыточное	от 0 до 15,7 кПа (от 0 до 0,16 кгс/см ²)	γ: ±0,35 % от ВП	1
Давление воздуха за компрессором (Параметр: Рк)		от 0 до 1,57 МПа (от 0 до 16 кгс/см ²)	γ: ±0,4 % от ВП	1
Давление в трубе отбора горячего воздуха до мерной шайбы (Параметр: Р*отб)		от 0 до 0,59 МПа (от 0 до 6 кгс/см ²)	γ: ±0,4 % от ВП	1

Продолжение таблицы 2

Перепад на мерной шайбе в трубе отбора горячего воздуха (Параметр: $\Delta P_{отб}$)	Разность давлений	от 0 до 196,1 кПа (от 0 до 2 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,5 \%$ от ВП	1
Давление топливного газа по системе питания (Параметры: Ртг; Ртгдф; РтгЗ; Ртгвос)	Давление избыточное	от 0 до 2,94 МПа (от 0 до 30 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	4
Давление масла на выходе из насосов (за обратными клапанами) (Параметр: Рмдф)		от 0 до 0,69 МПа (от 0 до 7 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,35 \%$ от ВП	1
Давление масла за масляным фильтром двигателя (Параметр: Рмзф)		от 0 до 0,69 МПа (от 0 до 7 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,5 \%$ от ВП	1
Давление масла в магистрали подвода к подшипнику э/генератора (Параметры: Рмэп; Рмэгз)		от 0 до 98,1 кПа (от 0 до 1 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,5 \%$ от ВП	2
ИК расхода топливного газа				
Расход топливного газа (Параметр: ГтГF)	Массовый расход	диапазон измерений: от 2880 до 6800 кг/ч	$\delta: \pm 0,35 \%$ от ИЗ	1
		диапазон показаний: от 50 до 2880 кг/ч	*	
ИК температур газообразных и жидких сред				
Температура воздуха на входе в РМК (Параметры: твх1 - твх6)	Температура	от 223 до 473 К (от -50 до 200 °С)	$\delta: \pm 0,5 \%$ от ИЗ	6
Температура масла в масляной системе (Параметры: тмвх0х; тмвых0х)		от -50 до 150 °С	$\Delta: \pm 2,2 \text{ °С}$	2
Температура в системе отбора горячего воздуха (Параметр: totб)		от 0 до 250 °С (от 273 до 523 К)	$\gamma: \pm 1,5 \%$ от ВП	1
ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения выходного вала редуктора				
Частота переменного тока, соответствующая частоте вращения выходного вала редуктора (Параметр: Nред)	Частота переменного тока	от 2 до 1000 Гц	$\gamma: \pm 0,05 \%$ от ВП	1

Примечания:

1 ВП – верхний предел измерения;

2 ИЗ – измеряемое значение;

γ – приведенная погрешность, %;

δ – относительная погрешность, %;

Δ – абсолютная погрешность в единицах измеряемой величины;

* – выходной сигнал счетчика-расходомера массового Micro Motion CMF-50 передается в систему по цифровому интерфейсу без влияния на его метрологические характеристики, нормированные в описании типа (рег. № 45115-10).

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Параметры электрического питания:		
- напряжение переменного тока, В	230±23	
- частота переменного тока, Гц	50±1,0	
Потребляемая мощность, В·А, не более	6000	
Габаритные размеры основных составных частей средства измерений, мм, (длина×ширина× высота), не более:		
- Шкаф приборный	820×600×1655	
- Шкаф температурных преобразователей	550×955×1380	
- Автоматизированное рабочее места оператора	1800×905×1485	
Масса основных составных частей, кг, не более:		
- Шкаф приборный	200	
- Шкаф температурных преобразователей	120	
- Автоматизированное рабочее места оператора	150	
Условия эксплуатации оборудования ИС-9	В пультовой	В боксе
- температура воздуха, °С	от +10 до +35	от -40 до +40
- относительная влажность воздуха, %	до 80	до 90
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106	от 96 до 106

Знак утверждения типа

наносится на эксплуатационную документацию типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений (основные компоненты)

Наименование (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)	Кол-во	Примечание
Преобразователи давления измерительные APR-2000PD (67276-17)	12	
Преобразователи давления измерительные APC-2000PD (67276-17)	12	
Счетчик-расходомер массовый Micro Motion CMF-50 (45115-10)	1	
Термопреобразователи сопротивления из платины и меди ТС-1288 (58808-14)	6	
Термопреобразователи сопротивления СТР-8 (69910-17)	3	
Преобразователи напряжения измерительные аналого-цифровые и цифро-аналоговые модульные NI 6289 (61938-15)	3	
Прецизионный образцовый счетчик/таймер PXI-6608 (59749-15)	1	
Руководство по эксплуатации	1	№7/015-562-2021 РЭ
Методика поверки	1	

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 4 руководства по эксплуатации №7/015-562-2021 РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к системе измерительной автоматизированной «ИС-9»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа».

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Общие положения.

Изготовитель

Публичное акционерное общество «ОДК-Сатурн» (ПАО «ОДК-Сатурн»)

ИНН 7610052644

Адрес: 152903, Ярославская область, г. Рыбинск, проспект Ленина, 163

Телефон: +7 (4855) 328-100

Факс: +7 (4855) 329-000

E-mail: saturn@uec-saturn.ru

Испытательный центр

Государственный научный центр Федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» (ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)

Адрес: 111116, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 2

Телефон: (499) 763-61-67

Факс: (499) 763-61-10

Адрес в Интернете: www.ciam.ru

E-mail: info@ciam.ru

Аттестат аккредитации ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 24.08.2015 г.

