

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»)

Назначение средства измерений

Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»), заводской № 01 (далее – Система) предназначена для измерений параметров изделий газотурбинных двигателей (далее – ГТД) и технологического оборудования: частоты вращения входного вала изделия ГТД, температуры деталей и жидкостей, давления жидкостей и газов, объемного расхода жидкостей, виброскорости корпусов и деталей ГТД – при проведении испытаний на испытательном стенде № 10.

Описание средства измерений

Принцип действия Системы основан на:

- преобразовании измеряемых физических величин (температуры, объемного расхода жидкостей, давления газов и жидкостей, виброускорения корпусов и деталей ГТД) в электрические сигналы при помощи первичных измерительных преобразователей (далее – ПИП);

- преобразовании электрических сигналов в цифровой код и вычислении значений измеряемых физических величин комплексами измерительно-вычислительными МИС (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 20859-09) исполнения МИС-036R, комплексами измерительными магистрально-модульными МИС-М исполнения МИС-553 PXI (рег. № 46517-11);

- передачи результатов измерений по сети Ethernet от станций сбора данных (далее – ССД) на верхний уровень Системы;

- регистрации результатов измерений параметров ГТД на диске с одновременным выводом их на мониторы автоматизированных рабочих мест персонала (далее – АРМ) Системы.

Обмен информацией и командами между ССД, серверами и АРМ, входящими в состав Системы, осуществляется по вычислительной сети Ethernet.

Программное взаимодействие между ССД и серверами в сети осуществляется посредством стандартного протокола OPC (OLE for Process Control).

Архитектура построения Системы – многоуровневая.

Нижний уровень Системы состоит из первичных измерительных преобразователей, а также станций сбора данных на базе многоканальных комплексов измерительно-вычислительных МИС исполнения МИС-036R и комплексов измерительных магистрально-модульных МИС-М исполнения МИС-553 PXI, предназначенных для измерений и регистрации параметров испытуемого изделия ГТД и технологического оборудования, выдачи управляющих сигналов на исполнительные устройства стендовых систем по заранее заданным алгоритмам.

Верхний уровень Системы – это:

- серверы сбора данных, предназначенные для приема и объединения информационных потоков от ССД, обработки и регистрации параметров, передачи и хранения полученных данных, выдачи управляющих команд в ССД для выполнения заданных функций;

- АРМ персонала, предназначенные для обработки полученных данных, визуализации значений измеренных параметров на экране мониторов, записи на жесткие диски компьютеров.

В состав системы входят следующие измерительные каналы:

- частоты вращения входного вала изделия ГТД;

- объемного расхода жидкостей;

- давления газов и жидкостей;

- температуры газов и деталей изделия ГТД с применением термоэлектрических преобразователей ТХА и ТХК;
- температуры газов, жидкостей с применением термопреобразователей сопротивления с номинальными статическими характеристиками Pt100, 100П, 100М;
- виброскорости корпусов и деталей ГТД.

Конструктивно Система представляет собой стойки с аппаратурой, соединённые через кроссовые шкафы с датчиками физических величин, расположенными на испытуемом изделии ГТД и технологическом оборудовании.

Система работает следующим образом.

Принцип бесконтактного измерения частоты вращения входного вала изделия ГТД основан на законе электромагнитной индукции. Вращение входного вала изделия ГТД через редуктор передается к индуктору, «зубья» которого, при прохождении в непосредственной близости от торца постоянного магнита датчика частоты вращения ДЧВ-2500, установленного непосредственно на испытуемом изделии ГТД, изменяют магнитный поток его сердечника и наводят ЭДС индукции в его обмотках. На выходе датчика генерируется частотный электрический сигнал, пропорциональный частоте вращения вала изделия ГТД. Электрический сигнал датчика частоты вращения поступает на вход комплекса измерительно-вычислительного МИС-036R, где преобразуется в значение частоты вращения входного вала изделия ГТД.

Измерения объемного расхода жидкостей осуществляются с помощью преобразователей расхода турбинных ТПР1...20, ТПР1В...20В (рег. № 8326-90, 8326-04). Обороты крыльчатки преобразователя расхода турбинного посредством магнитоиндукционного узла преобразуются в электрический сигнал переменного тока, частота которого пропорциональна объемному расходу жидкости. Электрический сигнал переменного тока поступает на вход комплекса измерительно-вычислительного МИС-036R, где преобразуется в значение объемного расхода жидкости.

В измерительных каналах давления газов и жидкостей преобразование измеряемых физических величин в унифицированный сигнал постоянного тока осуществляется с помощью преобразователей давления измерительных АРС-2000 (рег. № 29147-11). Принцип действия указанных измерительных каналов основан на зависимости выходного сигнала постоянного тока датчиков давления от воздействия измеряемого давления на чувствительный элемент датчика. Выходной сигнал датчика поступает на вход комплекса измерительно-вычислительного МИС-036R. Система преобразует силу постоянного тока в цифровой код, вычисляет значение силы, а затем по индивидуальной функции преобразования измерительного канала вычисляет значение измеряемого давления.

Принцип действия измерительных каналов температуры газов и жидкостей заключается в преобразовании электрических аналоговых сигналов, поступающих от термоэлектрических преобразователей (далее – ТП) и термопреобразователей сопротивления (далее – ТС), в цифровой код и дальнейшей их обработке с помощью программного обеспечения MERA Recorder.

Принцип действия измерительных каналов температуры газов и деталей заключается в преобразовании электрических аналоговых сигналов, поступающих от ТП в цифровой код и дальнейшей их обработке с помощью программного обеспечения MERA Recorder. Измерение термоэлектродвижущей силы и температуры «холодного спая» ТП осуществляется с помощью комплексов измерительных магистрально-модульных МИС-М исполнения МИС-140/96 (рег. № 46517-11).

Преобразование выходного сигнала ТС основано на зависимости изменения сопротивления ТС от температуры среды. Сигнал, пропорциональный изменению сопротивления, поступает на вход измерительно-вычислительного комплекса МИС-036R, где преобразуется в цифровой код, по которому вычисляется значение сопротивления, а затем по номинальной статической характеристике преобразования ТС Pt100, 100П, 100М вычисляется значение температуры.

Принцип действия измерительного канала виброскорости корпусов и деталей ГТД основан на использовании вибропреобразователей МВ-43 (рег. № 16985-08), преобразующих механические колебания корпусов и деталей ГТД в электрический заряд, пропорциональный виброскорости. Электрические заряды переменной частоты от вибропреобразователя МВ-43 поступают на вход комплекса измерительного магистрально-модульного МИС-М исполнения МИС-553 РХІ и преобразуются с помощью усилителя заряда в напряжение. Выходное напряжение усилителя заряда пропорционально виброскорости корпусов и деталей ГТД, импульсные сигналы от датчиков частоты вращения с частотой, пропорциональные частоте вращения входного вала изделия ГТД, поступают на вход комплекса измерительного магистрально-модульного МИС-М исполнения МИС-553 РХІ и преобразуются в цифровой код. Система с помощью программного обеспечения MERA Recorder вычисляет значения амплитуды измеряемых напряжений, а затем с учетом индивидуальных характеристик измерительных каналов вычисляет:

- частоту вращения входного вала изделия ГТД;
 - виброскорость корпусов и деталей ГТД (при вибрациях с частотами валов).
- Общий вид Системы представлен на рисунке 1 и рисунке 2.



Рисунок 1 – Автоматизированные рабочие места персонала



Рисунок 2 – Оборудование верхнего и нижнего уровней системы

Пломбирование Системы не предусмотрено.

Программное обеспечение

Программное обеспечение Системы включает общее программное обеспечение и специальное программное обеспечение.

В состав общего программного обеспечения (далее – ПО) входит операционная система MS Windows XP/ MS Windows 7.

В состав специального программного обеспечения входит программное обеспечение, устанавливаемое в комплексы измерительно-вычислительные МИС, комплексы измерительные магистрально-модульные МИС-М, MERA Recorder с идентификационными данными, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MERA Recorder (scales.dll)
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.0.8
Цифровой идентификатор ПО	24CVC163

ПО устанавливается предприятием-изготовителем в процессе производства комплексов измерительно-вычислительных МИС, комплексов измерительных магистрально-модульных МИС-М и в процессе эксплуатации модификации не подлежит.

Уровень защиты программного обеспечения от преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» согласно Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики Системы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование измеряемого параметра	Количество измерительных каналов	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности измерений (с учетом ПИП)
Частота вращения входного вала изделия ГТД, об/мин	4 шт.	от 500 до 4500	Относительная ±0,1%
	4 шт.	от 1000 до 19000	
Температура газов и деталей изделия ГТД, °С	100 шт.	ТХК от - 40 до 600 ТХА от - 40 до 1300	Приведенная ¹ ±1,0 %
Температура газов и жидкостей, °С	20 шт.	от - 40 до 250	Приведенная ¹ ±1,0 %
Давление жидкостей, кгс/см ²	30 шт.	от 0 до 16	Приведенная ¹ ±1,0 %
Давление газов, кгс/см ²	100 шт.	от 0 до 8	Приведенная ¹ ±1,0 % в диапазоне измерений от 0 до 0,5·Y _{max} кгс/см ² Относительная ±1,0 % в диапазоне измерений св. 0,5·Y _{max} до Y _{max} кгс/см ²
Объемный расход жидкостей, л/мин	6 шт.	от 1,21 до 96,20	Приведенная ¹ ±1,0 % в диапазоне измерений от 0 до 0,5·Y _{max} л/мин Относительная ±1,0 % в диапазоне измерений св. 0,5·Y _{max} до Y _{max} л/мин
Виброскорость корпусов и деталей ГТД (при вибрациях с частотами валов), мм/с	24 шт.	от 1 до 100	Приведенная ¹ ±(4 - 12) %

Примечания

1 При расчете приведенной погрешности за нормирующее значение принимается значение диапазона измерений измерительного канала.

2 Y_{max} – значение верхнего предела диапазона измерений измерительного канала.

Основные технические характеристики Системы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение питания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В	от 187 до 242
Потребляемая мощность, В·А, не более	6000
Условия эксплуатации в кабине наблюдения и управления: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % - атмосферное давление, кПа.	от 15 до 25 до 80 % от 84 до 106
Условия эксплуатации в закрытом испытательном боксе: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С - атмосферное давление, кПа.	от 0 до 50 до 80 % от 84 до 106

Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист формуляра на Систему.

Комплектность средства измерений

Комплектность Системы приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность Системы

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Сервер сбора данных	«ПАРУС-М10»	1
Станция сбора данных на базе: Комплекс измерительно-вычислительный МИС, рег. № 20859-09	ССД МИС-036R	2
Комплекс измерительный магистрально-модульный МИС-М, рег. № 46517-11	МИС-553 РХ1	2
Комплекс измерительный магистрально-модульный МИС-М, рег. № 46517-11	МИС-140/96	2
Сервер видеонаблюдения и 8 IP- камер	-	1
Преобразователи термоэлектрические, рег. № 50428-12	ТХА, ТХК	100
Термопреобразователи сопротивления, рег. № 18131-99	ТС 1388-1 100П, 100М	20
Преобразователи расхода турбинные, рег. № 8326-90, 8326-04	ТПР1...20 ТПР1В...20В	6
Преобразователи давления измерительные рег. № 29147-11	АРС-2000	100
Вибропреобразователи, рег. № 16985-08	МВ-43	24
Датчики частоты вращения	ДЧВ-2500	8
Автоматизированные рабочие места персонала	-	5
Блок питания постоянного тока	DPP100-24 DIN	10
Источник бесперебойного питания 220 В	-	3

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Коммутатор Ethernet D-Link 24 канала	-	2
Стойка приборная, фирмы Rittal, Германия	-	3
Стойка кроссовая, фирмы Rittal, Германия	-	3
Программное обеспечение для создания стендовых измерительных систем, НПП «Мера», г. Мытищи	MERA Recorder	1
Комплексы измерительно-вычислительные МІС. Руководство по эксплуатации	БЛИЖ.401250.001 РЭ	1
Комплексы измерительные МІС-РХІ. Руководство по эксплуатации	БЛИЖ.422212.553.001 РЭ	1
«Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»). Методика поверки»	602.09.815 МП	1
«Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»). Формуляр»	602.09.815 ФО	1
«Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий газотурбинных двигателей «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»). Паспорт»	602.09.815 ПС	1

Поверка

осуществляется по документу 602.09.815 МП «Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»). Методика поверки», утвержденному ФБУ «Пермский ЦСМ» 22.06.2018.

Основные средства поверки:

Рабочий эталон единицы электрического сопротивления 3 разряда по Приказу Росстандарта от 15.02.2016 № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления» в диапазоне значений от 0,021 до 11111,1 Ом, ПГ $\pm 0,02$ %, рег. № 6332-77.

Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда по ГОСТ 8.022-91 в диапазоне значений от 0 до 52 мА, электрического напряжения 3 разряда в диапазоне значений от 0 до 60 В по ГОСТ 8.027-2001, ПГ $\pm (0,01$ % от показаний + 0,02 % от диапазона измерений) %, ПГ $\pm (0,05$ % от показаний + 0,005 % от диапазона измерений) %, рег. № 18087-99;

Рабочий эталон единицы виброскорости 2 разряда по ГОСТ Р 8.800-2012 в диапазоне значений от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3,8 \cdot 10^{-1}$ м/с в диапазоне частот от 30 до 500 Гц, рег. № 50247-12.

Рабочий эталон единицы виброскорости 2 разряда по ГОСТ Р 8.800-2012 в диапазоне значений от $1 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-2}$ м/с в диапазоне частот от 2 до $1 \cdot 10^4$ Гц, рег. № 56857-14.

Рабочий эталон единицы частоты по ЛПС-36-2018, в диапазоне значений частоты от $3 \cdot 10^{-1}$ до $3 \cdot 10^5$ об/мин (от 0,005 до 5000 Гц), ПГ $\pm (0,006 - 0,02)$ %, рег. № 41173-15.

Рабочий эталон единицы частоты по ГОСТ 8.129-2013 в диапазоне значений частоты от 0,001 до 1999999,999 Гц, ПГ $\pm 5 \cdot 10^{-7}$, рег. № 10237-85.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Системе
ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем.
Основные положения
ОСТ 1 01021-93 Стенды испытательные авиационных газотурбинных двигателей. Общие требования
602.09.815 ПС Система автоматизированная измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий газотурбинных двигателей «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»). Паспорт

Изготовитель

Акционерное общество «ОДК-Авиадвигатель» (АО «ОДК-Авиадвигатель»)
ИНН 5904000620
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 93
Телефон: (342) 240-92-67, факс: (342) 281-54-77
Web-сайт: <http://www.avid.ru>
E-mail: office@avid.ru

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Рена» (ООО «Рена»)
ИНН 5906008978
Адрес: 614014, г. Пермь, ул. Соликамская, 271а
Телефон/факс: (342) 263-14-04
E-mail: rena-perm@mail.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Пермском крае» (ФБУ «Пермский ЦСМ»)
Адрес: 614068, г. Пермь, ул. Борчанинова, д. 85
Телефон: (342) 236-31-00, факс: (342) 236-23-46
Web-сайт: <http://www.permcsm.ru>
E-mail: pcsm@permcsm.ru
Аттестат аккредитации ФБУ «Пермский ЦСМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа RA.RU.311973 от 13.12.2016 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « ____ » _____ 2018 г.