

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»



С.И. Донченко

2010 г.

Система измерительная СИ-КС	Внесена в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>44868-10</u> Взамен № _____
-----------------------------	---

Изготовлена по технической документации ОАО «Уфимское машиностроительное производственное объединение», г. Уфа. Заводской номер 001.

### Назначение и область применения

Система измерительная СИ-КС (далее - ИС) предназначена для измерений параметров камер сгорания (далее - КС) газотурбинных двигателей: давления и температуры жидкостей и газов, расхода топлива, а также силы и напряжения постоянного тока.

ИС применяется в области обороны и безопасности при проведении стендовых испытаний серийных КС.

### Описание

Принцип действия ИС заключается в измерении параметров КС первичными преобразователями (датчиками) физических величин, преобразовании их в электрические сигналы и далее в цифровой код с помощью устройства согласования с объектом и передаче цифровой информации в промышленный компьютер (далее - ПК) для дальнейшего её использования в автоматизированной системе управления технологическим процессом испытаний (АСУТП-И).

Функционально ИС включает в себя измерительные каналы (ИК):

- ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления;
- ИК температуры с термометрами сопротивления;
- ИК температуры с термоэлектрическими преобразователями ХА, ПР и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой с помощью термоэлектрических преобразователей ХК;
- ИК расхода топлива.

Конструктивно ИС состоит из двух шкафов, монитора с сенсорным экраном, клавиатуры с манипулятором «мышью», принтера, расположенных в пультовой, и первичных измерительных преобразователей (ИП) расположенных в испытательном боксе, соединенных с аппаратурой линиями связи длиной до 50 м. В одном шкафу размещена аппаратура сбора и преобразования сигналов, выполненная на основе модулей фирмы «DataForth» (США), и ПК фирмы «Advantech» (Тайвань). Второй шкаф содержит разъемные соединители для подключения ИП.

По условиям эксплуатации ИС удовлетворяет требованиям гр. 1.1 климатического исполнения УХЛ по ГОСТ РВ 20.39.304-98, с диапазоном рабочих температур от 15 до 25 °С при относительной влажности воздуха от 30 до 80 % при температуре 25 °С без предъявления требований к механическим воздействиям.

*ИК давления и силы постоянного тока, соответствующего значениям давления*

Принцип действия ИК давления основан на зависимости выходного электрического сигнала ИП давления от воздействия на чувствительный элемент измеряемого давления. Электрический сигнал ИП преобразуется АЦП в цифровой код, регистрируемый ПрК, с последующим вычислением значений измеряемого давления по индивидуальной функции преобразования ИК.

Принцип действия ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления, основан на преобразовании АЦП значения силы постоянного тока в цифровой код, регистрируемый ПрК, и определении по программе измеренной силы тока с использованием индивидуальной функции преобразования ИК.

*ИК температуры с термометрами сопротивления*

Принцип действия ИК температуры основан на зависимости изменения сопротивления термометра сопротивления от температуры среды. Сопротивление постоянному току термометра сопротивления преобразуется АЦП в цифровой код, регистрируемый ПрК, с последующим вычислением по индивидуальной функции преобразования ИК с учетом номинальной статической характеристики термометра сопротивления значения измеренной температуры.

*ИК температуры с термоэлектрическими преобразователями ХА, ПР и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой с помощью термоэлектрических преобразователей ХК*

Принцип действия ИК температуры основан на зависимости термо-ЭДС, возникающей в термоэлектродных проводах термоэлектрических преобразователей ХА, ПР, от разности температур между «горячими» и «холодными» спаями.

Значение термо-ЭДС преобразуется АЦП в цифровой код, регистрируемый ПрК, с последующим вычислением по индивидуальной функции преобразования ИК с учетом номинальной статической характеристики термоэлектрического преобразователя значения измеренной температуры.

Принцип действия ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой с помощью термоэлектрических преобразователей ХК (не входят в состав ИС) основан на преобразовании значений напряжения в цифровой код, регистрируемый ИС, с последующим вычислением по программе измеряемого напряжения с использованием индивидуальной функции преобразования ИК.

*ИК расхода топлива*

Принцип действия ИК основан на измерении частоты электрического сигнала турбинного датчика расхода, соответствующей объемному расходу протекающей через него жидкости. Электрический сигнал с турбинного датчика расхода преобразуется АЦП в цифровой код, регистрируемый ПрК, с последующим вычислением частоты электрического сигнала по индивидуальной функции преобразования ИК. Далее, по индивидуальной функции преобразования датчика расхода вычисляется объемный расход топлива, который затем с учетом плотности топлива пересчитывается в массовый расход.

Технические и метрологические характеристики ИС приведены в таблице 1 (в соответствии с ОСТ1 01021-93).

Таблица 1

Наименование измеряемого параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
<i>ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления</i>		
Атмосферное давление воздуха (количество ИК – 1)	от 96 до 106,7 кПа (от 720 до 800 мм рт. ст.)	± 67 Па (± 0,5 мм рт.ст.)
Избыточное статическое давление воздуха (количество ИК – 1)  (количество ИК – 1)  (количество ИК – 1)  (количество ИК – 1)	от 0 до 0,392 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> ) от 0 до 0,471 МПа (от 0 до 4,8 кгс/см <sup>2</sup> ) от 0 до 0,490 МПа (от 0 до 5,0 кгс/см <sup>2</sup> ) от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )	1,0 % от верхнего предела измерений (ВП)
Избыточное полное давление воздуха (количество ИК – 1)	от 0 до 0,539 МПа (от 0 до 5,5 кгс/см <sup>2</sup> )	1,0 % от ВП
Перепад статического давления воздуха (количество ИК – 3)	от 0 до 0,059 МПа (от 0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	1,0 % от ВП
Сила постоянного тока, соответствующая значениям давления в диапазоне от 0 до 8,0 МПа (количество ИК – 30)	от 4 до 20 мА	0,2 % от ВП
<i>ИК температуры с термоэлектрическими преобразователями ХА, ПР и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой с помощью термоэлектрических преобразователей ХК</i> <i>ИК температуры с термометрами сопротивления</i>		
Температура воздуха (газа), измеряемая термоэлектрическими преобразователями ХА (количество ИК – 10)  (количество ИК – 1)  (количество ИК – 13)	от 273 до 1373 К (от 0 до 1100 °С) от 273 до 973 К (от 0 до 700 °С) от 273 до 873 К (от 0 до 600 °С)	1,0 % от ВП
Температура воздуха (газа), измеряемая термоэлектрическими преобразователями ПР (количество ИК – 10)	от 1273 до 2073 К (от 1000 до 1800 °С)	1,0 % от ВП
Напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температуры, измеряемой с помощью термоэлектрических преобразователей ХК: от 273 до 423 К (количество ИК – 6) от 273 до 873 К (количество ИК – 4)	от 0 до 10 мВ от 0 до 50 мВ	0,2 % от ВП
Температура рабочих жидкостей, измеряемая термометрами сопротивления (количество ИК – 2)	от 223 до 373 К (от минус 50 до 100 °С)	1,0 % от ВП

Наименование измеряемого параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Температура рабочих жидкостей, воздуха (газа), измеряемая термометрами сопротивления (количество ИК – 15)	от 273 до 373 К (от 0 до 100 °С)	1,0 % от ВП
<i>ИК расхода топлива</i>		
Массовый расход топлива (количество ИК – 2) (количество ИК – 2)	от 85 до 320 кг/ч от 340 до 1500 кг/ч	0,7 % от ВП

#### Общие характеристики

Параметры электропитания:

- напряжение переменного тока, В.....220 ± 22;
- частота переменного тока, Гц.....50±1.
- Потребляемая мощность, В·А, не более ..... 1500.
- Габаритные размеры и масса ИС соответствуют значениям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Составная часть ИС	Обозначение	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
		длина	ширина	высота	
Шкаф СИ-КС	Секция 1	600	800	1800	150
Шкаф СИ-КС	Секция 2	600	400	1800	110

Рабочие условия эксплуатации:

*в помещении пультовой*

- температура воздуха, °С (К) ..... 20 ± 5 (от 288 до 298);
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % ..... 65 ± 15;
- атмосферное давление, мм рт.ст. (кПа)..... от 720 до 800 (от 96 до 106,7);

*в испытательном боксе*

- температура воздуха, °С (К).....от минус 30 до 40 (от 243 до 313);
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %..... до 90;
- атмосферное давление, мм рт.ст. (кПа).....от 720 до 800 (от 96 до 106,7).
- Срок службы, лет, не менее..... 10.
- Наработка на отказ, ч, не менее ..... 10000.

#### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится в виде наклейки на лицевую панель каждого шкафа и на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

## Комплектность

В комплект поставки входят: система измерительная СИ-КС с комплектом первичных преобразователей (кроме термоэлектрических преобразователей ХК), комплект кабелей и соединителей, комплект эксплуатационной документации, методика поверки.

## Поверка

Поверка ИС осуществляется в соответствии с документом «Система измерительная СИ-КС. Методика поверки. 279.01.62.000 МП», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» в июне 2010 г. и входящим в комплект поставки.

Средства поверки: калибратор давления DPI 610 (диапазон воспроизведения давления от минус 0,1 до 0,2 МПа, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения давления  $\pm 0,025$  %); манометр грузопоршневой МП-6 (диапазон воспроизведения давления от 0 до 0,6 МПа, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения давления  $\pm 0,05$  %); калибратор многофункциональный TRX-IR (диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 400 Ом, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения сопротивления  $\pm (0,005$  % от показаний  $+0,02$  % от диапазона), диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 10 до 100 мВ, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока  $\pm (0,01$  % от показаний  $+0,005$  % от диапазона), диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока  $\pm (0,01$  % от показаний  $+0,02$  % от диапазона); калибратор температуры Fluke серии 500 модели 518 (диапазон воспроизведения температуры от минус 30 до 670 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры  $\pm 0,25$  °С); калибратор температуры эталонный КТ-1100 (диапазон воспроизведения температур от 300 до 1100 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры  $\pm 1,5$  °С); генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 (диапазон воспроизведения частоты от 0,01 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$  %); барометр рабочий сетевой БРС-1М-3 (диапазон измерений абсолютного давления от 5 до 1100 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления  $\pm 0,33$  гПа ( $\pm 0,25$  мм рт. ст.)); измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (диапазон измерений влажности от 10 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности  $\pm 2,0$  %; диапазон измерений температуры от минус 20 до 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры  $\pm 1$  °С в диапазонах от минус 20 до 0 °С, от 40 до 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры  $\pm 0,5$  °С в диапазоне от 0 до 40 °С).

Межповерочный интервал – 1 год.

## Нормативные и технические документы

ГОСТ РВ 20.39.304-98.

ОСТ 1 01021-93 «Стенды испытательные авиационных газотурбинных двигателей. Общие требования».

Техническая документация изготовителя.

## Заключение

Тип системы измерительной СИ-КС утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен в эксплуатации.

**Изготовитель**

ОАО «Уфимское машиностроительное производственное объединение»  
450039, г.Уфа, ул. Ферина, д. 2

Первый заместитель ГДО – технический директор  
ОАО «Уфимское машиностроительное  
производственное объединение»



С.П. Павлинич