

Приложение к свидетельству № _____
об утверждении типа средства измерений

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2529

Система измерительная СИ-СТ18 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 18

Назначение средства измерений

Система измерительная СИ-СТ18 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 18 (далее - ИС) предназначена для измерений: давления и температуры жидкостей и газов, крутящего момента силы, расхода топлива, расхода (прокачки) масла, частоты вращения роторов, параметров вибрации, углового перемещения, интервалов времени, а также сопротивления постоянному току, напряжения постоянного тока, силы постоянного тока и частоты переменного тока.

Описание средства измерений

Конструктивно ИС представляет собой автоматизированное рабочее место операторов и восемь приборных шкафов системы сбора данных (далее - ССД) с установленными в них модулями стандартов PXI, SCXI и LXI, объединенных локальной сетью Ethernet:

- шкаф термостанционный – устанавливается в испытательном боксе. В шкафу устанавливается оборудование сбора, обработки и передачи информации о температуре. Шкаф оснащён системой обогрева и вентиляции для обеспечения нормальных условий работы установленного в него оборудования;

- шкаф датчиков давления «МИДА» – устанавливается в испытательном боксе. В шкафу устанавливается оборудование (датчики давления), преобразующее давление в электрический сигнал. Шкаф оснащён системой обогрева для обеспечения нормальных условий работы установленного в него оборудования;

- шкаф датчиков давления «ЗОНД» – устанавливается в испытательном боксе. В шкафу устанавливается оборудование (датчики давления), преобразующее давление в электрический сигнал. Шкаф оснащён системой обогрева для обеспечения нормальных условий работы установленного в него оборудования;

- шкаф кроссовый № 1 – устанавливается в помещении пультовой. В шкафу установлено четыре вертикальных ряда DIN-реек с клеммами и полупроводниковыми реле. Также предусмотрено место для установки блока автоматического регулирования и контроля (БАРК) двигателя;

- шкаф кроссовый № 2 – устанавливается в помещении пультовой. В шкафу установлено два вертикальных ряда DIN-реек с клеммами. Для установки блоков питания датчиков давления используются поворотные рамы. Так же предусмотрено место для установки оборудования рычага управления двигателем (РУД);

- шкаф синхронизации – устанавливается в помещении генераторной. В шкафу находится оборудование, генерирующее частоту синхронизации всей ИС и эталонное время, и система бесперебойного питания;

- шкаф приборный № 1 – устанавливается в помещении пультовой. В шкафу установлено оборудование: ССД №1, сервер параметров, переключатель KVM-8, блок бесперебойного питания ИБП и коммутатор D-link;

- шкаф приборный № 2 – устанавливается в помещении пультовой. В шкафу установлено оборудование: ССД № 2, ССД № 3, блок бесперебойного питания ИБП.

Автоматизированное рабочее место операторов устанавливается в помещении пультовой.

Принцип действия ИС основан на измерении параметров турбовальных двигателей на стенде 18 (ТВаД) датчиками физических величин, преобразовании их в электрические сигна-

лы, преобразовании электрических сигналов в цифровой код с помощью ССД и передаче цифровой информации в персональный компьютер ИС (ПК) для дальнейшего её использования в автоматизированной системе управления технологическим процессом испытания (АСУТП-И).

Функционально система состоит из измерительных каналов (ИК):

ИК частоты вращения роторов и частоты переменного тока;

ИК температуры (с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК) и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры;

ИК температуры (с термометрами сопротивления ТСП) и сопротивления постоянно-му току, соответствующего значениям температуры;

ИК давления и силы постоянного тока, соответствующего значениям давления;

ИК крутящего момента силы;

ИК расхода топлива;

ИК расхода (прокачки) масла;

ИК параметров вибрации и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметров вибрации;

ИК углового перемещения и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям углового перемещения;

ИК интервалов времени.

ИК частоты вращения роторов и частоты переменного тока

Принцип действия ИК частоты вращения роторов основан на законе электромагнитной индукции. При каждом прохождении «зуба» индукторной шестерни вблизи торца постоянного магнита датчика образуется ЭДС индукции. Импульсные сигналы поступают на ССД, где преобразуется в цифровой код, регистрируемый в ПК, где по программе вычисляется значение частоты вращения роторов.

Принцип действия ИК частоты переменного тока основан на преобразовании в ССД частоты в цифровой код с последующим вычислением по программе ПК измеряемой частоты.

ИК температуры (с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК) и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры

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

Принцип действия ИК напряжения основан на преобразовании ССД термо-ЭДС в цифровой код, вычислении температуры по номинальной градуировочной характеристике с учетом температуры холодного спая.

ИК температуры (с термометрами сопротивления ТСП) и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры

Принцип действия ИК температуры основан на зависимости изменения сопротивления термометра от температуры среды. Значение сопротивления постоянному току, соответствующее значениям температуры, поступает на ССД, где по номинальной градуировочной характеристике преобразуется в цифровой код и передается далее в ПК.

Принцип действия ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, основан на преобразовании в ССД сопротивления в цифровой код с последующим вычислением по программе ПК измеряемого сопротивления.

ИК давления и силы постоянного тока, соответствующего значениям давления

Принцип действия ИК давления основан на зависимости выходного сигнала датчиков давления от значений перемещения или деформации чувствительного элемента датчика, вызванной воздействием измеряемого давления.

Принцип действия ИК силы постоянного тока основан на преобразовании ССД выходного сигнала датчика давления (сила постоянного тока) в цифровой код, регистрации в ПК с последующим вычислением значений измеряемого давления по известной градуировочной характеристике.

ИК крутящего момента силы

Принцип действия ИК основан на воздействии крутящего момента силы через тандем гидротормозов HS 150 на тензометрический силоизмеритель, вследствие чего происходит разбалансировка тензометрического моста. Выходной сигнал, пропорциональный приложенному моменту силы, поступает на ССД, где преобразуется в цифровой код, регистрируемый ПК.

ИК расхода топлива

Принцип действия ИК основан на косвенном измерении массового расхода топлива по электрическому сигналу преобразователей объемного расхода и плотности топлива. Определение массового расхода топлива происходит по программе ПК.

ИК расхода (прокачки) масла

Принцип действия ИК расхода (прокачки) масла основан на измерении объемного расхода масла турбинными преобразователями объемного расхода ТПР. Электрические сигналы с ТПР поступают на ССД, где с учетом интервала времени программно определяется расход (прокачка) масла.

ИК параметров вибрации и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметров вибрации

Принцип действия ИК основан на использовании пьезоэлектрических датчиков вибрации, преобразующих виброскорость корпуса ТВаД в электрический заряд, поступающий на виброаппаратуру, с выхода которой напряжение постоянного тока, соответствующее виброскорости на частотах роторных гармоник, поступает на вход ССД, где преобразуется в цифровой код и передается в ПК с последующим вычислением параметров измеряемой вибрации.

ИК углового перемещения и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям углового перемещения

Принцип действия ИК углового перемещения основан на преобразовании с помощью следящей системы угла поворота элементов двигателя в пропорциональное им напряжение постоянного тока.

Принцип действия ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям углового перемещения, основан на преобразовании напряжения постоянного тока, соответствующего значениям углового перемещения, в цифровой код с помощью ССД и передается в ПК, где преобразуется в значение угла.

ИК интервалов времени

Принцип действия ИК основан на подсчете количества импульсов, генерируемых ССД за время между двумя фронтами внешних дискретных сигналов. Количество импульсов, подсчитанное ССД, преобразуется в значение интервала времени и передается в ПК.

По условиям эксплуатации ИС удовлетворяют требованиям гр. 1.1 климатического исполнения УХЛ по ГОСТ РВ 20.39.304-98 с диапазоном рабочих температур от 10 до 30 °С и относительной влажностью воздуха от 30 до 80 % при температуре 25 °С, без предъявления требований к механическим воздействиям, атмосферным осадкам, специальным средам.

Внешний вид приборных шкафов представлен на рисунках 1-7.

Внешний вид автоматизированного рабочего места операторов и места для наклеек представлены на рисунке 8.

Защита от несанкционированного доступа предусмотрена в виде специальных замков на дверцах шкафов, запираемых ключами (рисунки 6, 7).

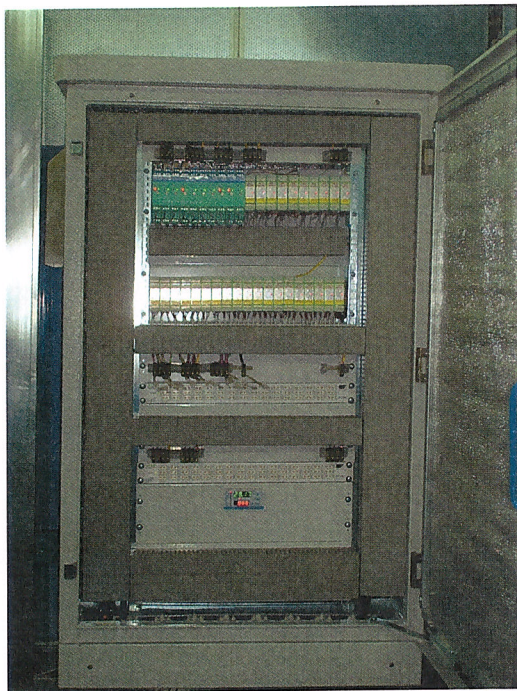


Рисунок 1 - Шкаф термостанционный

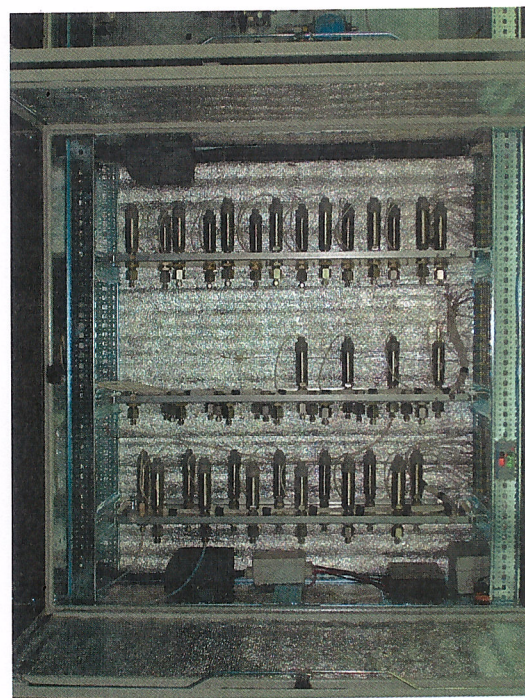


Рисунок 2 - Шкаф датчиков давления МИДА

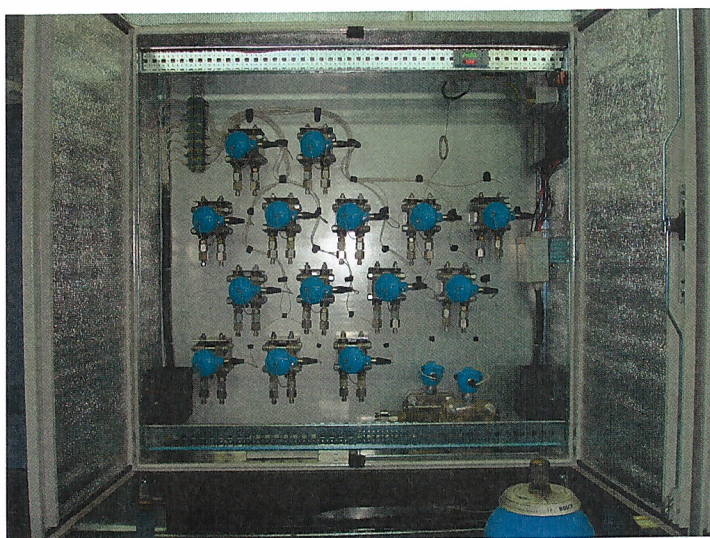


Рисунок 3 - Шкаф датчиков давления «ЗОНД»

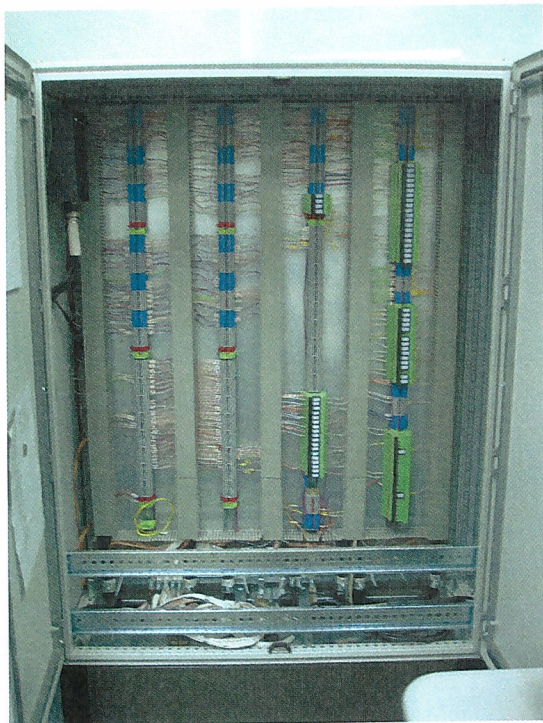


Рисунок 4 - Шкаф кроссовый № 1

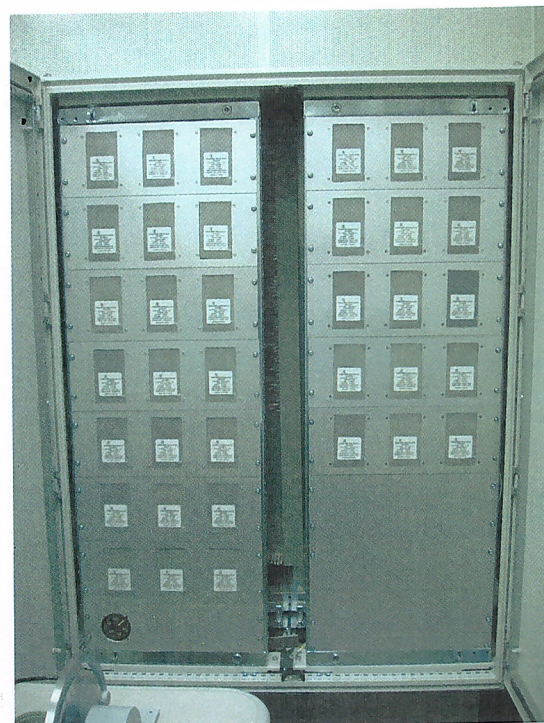


Рисунок 5 - Шкаф кроссовый № 2

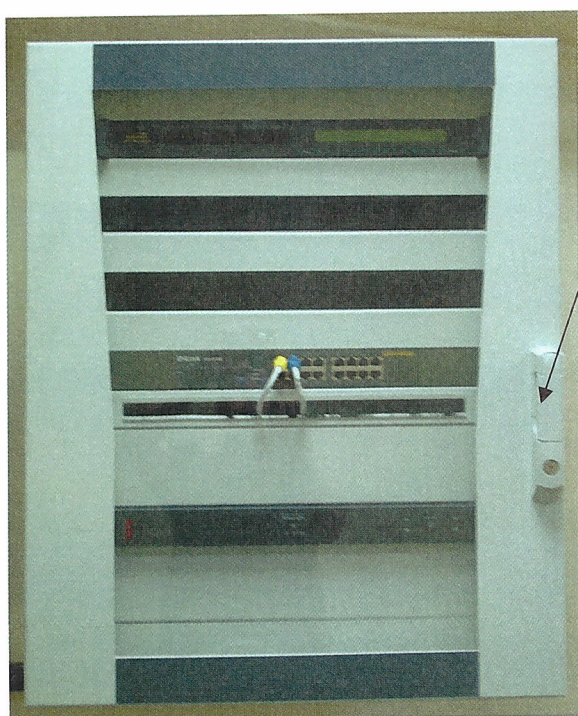


Рисунок 6 - Шкаф синхронизации

специальные замки

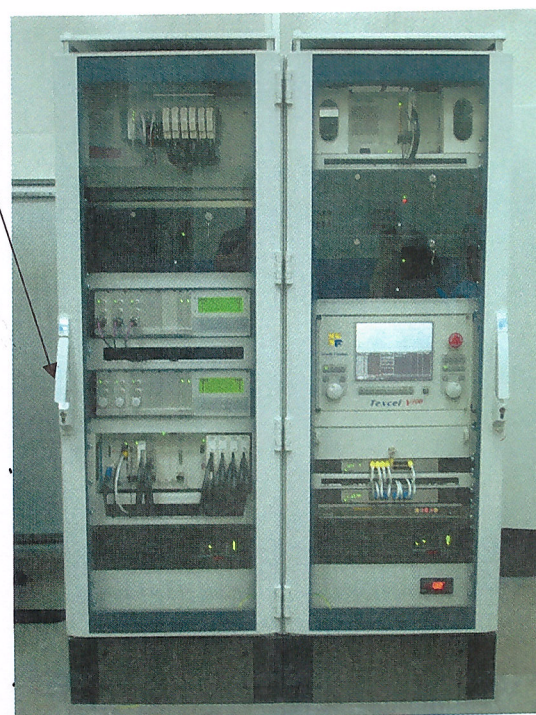


Рисунок 7 - Приборные шкафы №№ 1, 2



Рисунок 8 – Автоматизированное рабочее место операторов

Программное обеспечение

Метрологически значимая часть программного обеспечения (ПО) ИС представляет собой исполняемые файлы: StendServer.exe, SSD_Static1.exe, SSD_Static4.exe, CalculationT3.exe, ssd.dll, xml.dll, startup.rtxe, Metrology.exe, Report.exe.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
Сервер параметров	StendServer.exe	1.34.1.149	802138D4	CRC32
Программа сбора данных подсистемы № 1	SSD_Static1.exe	4.1.0	3ED363C8	CRC32
Программа сбора данных подсистемы № 4	SSD_Static4.exe	4.1.8	27D5896F	CRC32
Программа расчета	CalculationT3.exe	1.3.1	AC32399E	CRC32

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
ТЗ				
Программа сбора данных подсистемы №2 (основной модуль)	ssd.dll	1.11.1	28B7324F	CRC32
Программа сбора данных подсистемы №2 (парсер конфигурации)	xml.dll	1.11.0	FB51CD76	CRC32
Программа сбора данных подсистемы №3 (основной модуль)	startup.rtexe	1.3.0	4FE6B4F2	CRC32
Программа метрологических исследований	Metrology.exe	3.8.0	77F88105	CRC32
Программа расчета характеристик и выпуска документации	Report.exe	2.7.24	14E85047	CRC32

Влияние метрологически значимой части ПО на метрологические характеристики ИС не выходит за пределы согласованного допуска.

Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от преднамеренных и непреднамеренных изменений. Защита ПО от преднамеренных и непреднамеренных изменений соответствует уровню «С» согласно МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

ИК частоты вращения роторов и частоты переменного тока

Диапазон измерений частоты вращения роторов, Гц..... от 500 до 5000.
 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты вращения роторов, % $\pm 0,10$.
 Количество ИК 4.
 Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц..... от 50 до 500.
 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений (ВП)) погрешности измерений частоты переменного тока, %..... $\pm 0,10$.
 Количество ИК 7.

ИК температуры (с термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК)

и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры
 Диапазон измерений температуры воздуха (газа), К..... от 273 до 1473.

Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений (ДИ)) погрешности измерений температуры, %	$\pm 1,0$
Количество ИК	9.
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры от 273 до 1473 К (ХА, ХК), мВ	от минус 2 до 48.
Пределы допускаемой приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры %	$\pm 0,05$.
Количество ИК	28.

ИК температуры (с термометрами сопротивления ТСР)

<i>и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры</i>	
Диапазон измерений температуры воздуха на входе в двигатель, К.....	от 223 до 323.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры, %	$\pm 0,5$.
Количество ИК	8.
Диапазон измерений температуры рабочих жидкостей (топлива, масла), К.....	от 223 до 473.
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений температуры, %	$\pm 1,0$.
Количество ИК	11.
Диапазон измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры от 223 до 323 К, Ом.....	от 78,48 до 185,58.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току, %	$\pm 0,15$.
Количество ИК	16.

ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления

Диапазон измерений полного давления воздуха на входе в двигатель, кПа (кгс/см ²)	от 90 до 110 (от 0,9 до 1,1).
Пределы допускаемой приведенной (к ДИ) погрешности измерений полного давления воздуха на входе в двигатель	$\pm 0,4$.
Количество ИК	1.
Диапазон измерений избыточного давления воздуха (газа), кПа (кгс/см ²).....	от 0,16 до 1600 (от 0,0016 до 16).
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений давления воздуха (газа), %	$\pm 0,3$.
Количество ИК	2.
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений давления воздуха (газа), %	$\pm 0,5$.
Количество ИК	3.
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений давления воздуха (газа), %	$\pm 1,0$.
Количество ИК	7.
Диапазон измерений давления-разрежения рабочих жидкостей (топлива, масла), кПа (кгс/см ²)	от минус 50 до 8000 (от минус 0,5 до 80).
Пределы допускаемой приведенной (к ДИ) погрешности измерений давления-разрежения рабочих жидкостей (топлива, масла), %	$\pm 1,0$.
Количество ИК	24.
Диапазон измерений перепада давления воздуха, кПа (кгс/см ²)	от 0 до 60 (от 0 до 0,006).

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений перепада давления воздуха, % $\pm 0,5$.

Количество ИК 2.

Диапазон измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления воздуха (газа), жидкости (топлива, масла), мА от 4 до 20.

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления воздуха (газа), жидкости (топлива, масла), % $\pm 0,05$.

Количество ИК 40.

ИК крутящего момента силы

Диапазон измерений крутящего момента силы, кгс·м от 0 до 222.

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 0 до 111 кгс·м, % $\pm 0,5$.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 111 до 222 кгс·м, % $\pm 0,5$.

Количество ИК 1.

ИК расхода топлива

Диапазон измерений массового расхода топлива, кг/ч от 40 до 800.

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений расхода топлива в диапазоне от 40 до 200 кг/ч, % $\pm 0,5$.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода топлива в диапазоне от 200 до 800 кг/ч, % $\pm 0,5$.

Количество ИК 4.

ИК расхода (прокачки) масла

Диапазон измерений объемного расхода (прокачки) масла, л/мин от 0 до 40.

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений расхода (прокачки) масла, % $\pm 1,0$.

Количество ИК 3.

ИК параметров вибрации и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям параметрам вибрации

Диапазон измерений виброскорости, мм/с от 0 до 100.

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений виброскорости, % $\pm 12,0$.

Количество ИК 8.

Диапазон измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости, В от 0 до 10.

Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости, % $\pm 0,05$.

Количество ИК 8.

ИК углового перемещения и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям углового перемещения

Диапазон измерений углового перемещения от 0 до 140° .

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углового перемещения $\pm 1^\circ$.

Количество ИК 2.

Наименование и условное обозначение	Количество
Клеммная колодка 70GRCK16I-DIN	2
Модуль 70G-IDC5	16
Модуль реле 70G-ODC5R	15
2.5 ИБП APC SUA3000RMXL13U 3000VA/2800W RM	1
3 Шкаф измерения температурных параметров ИНСИ.4251817.300.00	
Термостанция EX1048	2
Нормализатор сигнала KFD2-UT2-Ex1	10
Нормализатор сигнала DCSA34-01C	12
Нормализатор сигнала DCSA34-05C	20
4 Шкаф кроссовый №1 ИНСИ. 4251817.400.00	
Клеммы	448
Блок питания БПП-102	36
5 Шкаф кроссовый №2 ИНСИ.4251817.500.00	
Клеммы	600
Реле твердотельные PLC	110
Реле электромеханические ABB	13
6 Пульт ручного управления ИНСИ.4251817.600.00	1
7 Шкаф синхронизации и единого времени ИНСИ.4251817.700.00	
Генератор TM7000	1
Преобразователь ENET-232/2, 2-Port, Ethernet To RS232	1
Коммутатор D-Link DES-1016D	1
ИБП APC Smart-UPS SC 450VA 230V	1
8 Шкаф датчиков давления «МИДА» ИНСИ.4251817.800.00	
Датчики МИДА-13П	35
Клеммы	70
9 Шкаф датчиков давления «ЗОНД» ИНСИ.4251817.900.00	
Датчики «Зонд-10-ДД»	16
Клеммы	32
10 Пульт ИНСИ.4251817.1000.00	
Системный блок Intel Core™2 Duo 3.33 GHz, RAM 2x2048МБ; HDD 500GB	3
Монитор TFT 20 Samsung 2043SN	7
ИБП APC SC620I 620VA/390W	3
Принтер лазерный цветной XEROX Phaser 6140N	1
Пультная секция ПС-1810-411ПЛ	2
Тумба вспомогательная ТВ-1	1
Кресло оператора «Менеджер»	4
11 Устройство управления ТА-8 ИНСИ.4251817.1100.00	1
12 Руководство по эксплуатации ИНСИ.4251817.000.00 РЭ	1
13 Методика поверки 061.115.2010 МП	1

Поверка

Осуществляется в соответствии с документом «Система измерительная СИ-СТ18 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 18. Методика поверки 061.115.2010 МП», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» 01 июня 2011 г.

Основные средства поверки:

- калибратор давления портативный Метран-501-ПКД-Р (рег. № 22307-04): диапазон воспроизведения давления от минус 0,1 Па до 60 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения давления $\pm (0,04 - 0,05) \%$;

- калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 (рег. № 20641-00): диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 100 мВ, пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,05 + 0,0075 \cdot (U/U_k - 1)) \%$, где U - верхний предел диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока, В, U_k - заданное значение воспроизводимого напряжения постоянного тока, В;

- калибратор температуры Fluke серии 500, модель 518 (рег. № 22247-01): диапазон воспроизведения температуры от минус 30 до 1000 °С, пределы допускаемой погрешности воспроизведения температуры $\pm 0,25$ °С;

- магазин сопротивлений Р4831 (рег. № 38510-08): диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,001 Ом до 111111,10 Ом, класс точности 0,02;

- генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 (рег. № 5460-76): диапазон воспроизведения частоты от 0,01 Гц до 2 МГц, пределы допускаемой погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-5}$;

- ареометр для нефти стеклянный АНТ-1 (рег. № 28386-04): диапазон измерений от 750 до 830 кг/м³, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кг/м³;

- калибратор программируемый ПЗ20 (рег. № 7493-79): диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (10 \cdot U_k + 40)$ мкВ, где U_k - заданное значение, мВ; диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 100 мА, пределы допускаемой погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm (0,1 \cdot I_k + 1)$ мкА, где I_k - заданное значение, мА;

- оптическая делительная головка ОДГЭ-20 (рег. № 26906-04): диапазон измерений плоского угла от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла $\pm 20''$;

- генератор сигналов произвольной формы Agilent 33210A (рег. № 32993-09): диапазон воспроизведения частоты от 1 мГц до 20 МГц, пределы допускаемой погрешности воспроизведения частоты $\pm 2 \cdot 10^{-5} \%$;

- гири 10 кг, класс точности М₁ (рег. № 30010-05): пределы допускаемого отклонения массы $\pm 0,5$ г.

Сведения о методиках (методах) измерений

Система измерительная СИ-СТ18 для измерений параметров турбовальных двигателей на стенде 18. Руководство по эксплуатации ИНСИ.425817.000.00 РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерительной СИ-СТ18 для измерения параметров турбовальных двигателей на стенде 18
ГОСТ РВ 20.39.304-98.

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

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Деятельность в области обороны и безопасности государства, в том числе выполнение работ при автоматическом контроле параметров турбовальных двигателей при испытаниях на стенде 18.

Изготовитель

Открытое акционерное общество «КЛИМОВ» (ОАО «КЛИМОВ»)
Юридический (почтовый) адрес: 194100 г. Санкт-Петербург, Кантемировская ул., д.11
Тел.:(812) 301-9050
Тел/факс: (812) 301-9042
E-mail: klimov@klimov.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений. Федеральное государственное учреждение «32 Государственный научно-исследовательский институт Минобороны России». (ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИ Минобороны России»)

Юридический (почтовый) адрес: 141006,г.Мытищи, Московская область, ул.Комарова д. 13

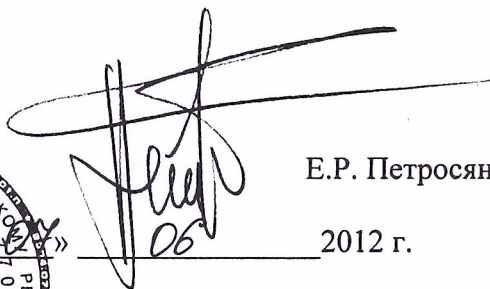
Телефон: (495) 583-99-23

Факс: (495) 583-99-48

Аттестат аккредитации государственного центра испытаний средств измерений № 30018-10 от 04.06.2010 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии




Е.Р. Петросян
2012 г.