

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСКОНТАКТНЫХ ТОКОСЪЁМНИКОВ СЕМЕЙСТВА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ «АГАТ» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РФ

Владов М.П. ООО «COMELPRO»
г. Кишинев Республика Молдова

office@comelpro.com

Гусев А. Б., Герасимов В.В. ФГУП МПП «Салют»
Российская Федерация

era@salut.ru

ВВЕДЕНИЕ

В РФ авиадвигательными предприятиями и организациями, для передачи информации с вращающихся элементов газотурбинных установок, до настоящего времени, использовались ртутные токосъемники на 4 - 12 каналов. В ртутном токосъемнике для передачи электрического сигнала с тензодатчиков или температурных датчиков расположенных на вращающихся элементах газотурбинных двигателей используются токособирательные кольца на основе ртути. Далее информация от измерительных датчиков подается в аппаратуру сбора и преобразования информации типа АТМ-16, АТМ/Д-24 и др. Измерительная информация отображается или на осциллограф или на персональном компьютере специальным программным обеспечением.

Недостатком указанной системы является крайне малое количество исследуемых каналов, опасность утечки паров ртути, дорогостоящая система ремонта и обслуживания, а также объёмные массогабаритные характеристики аппаратуры обработки измерительной информации, что не позволяло использовать её при летных испытаниях.

Для устранения вышеуказанных недостатков по заданию ФГУП ММП «Салют» были разработаны ООО «Сотелпро» семейство цифровых СКИ «Агат», предназначенных для проведения стендовых и летных испытаний авиационных двигателей.

КИС 1.1.

Работы по созданию КИС 1.1 начались в конце 2002 года по техническому заданию ФГУП ММП «Салют» и КИС 1.1 предназначалась для проведения стендовых испытаний авиадвигателя АЛ-31Ф (изд. 99).

КИС 1.1 на ФГУП ММП «Салют» использовалась для тензометрирования лопаток 1-й ступени КНД при модернизации изд. 99 с целью увеличения тяги. КИС 1.1 устанавливалась вместо ртутного токосъёмника на месте штатного масляного насоса на передней опоре двигателя. Это потребовало разработки конструктива изделия КИС 1.1 типа консоли без вращающихся опор. Электрическая энергия передавалась со статорной части на роторную часть КИС 1.1 через специализированный воздушный трансформатор, измерительная информация (ИИ) с тензодатчиков передавалась по инфракрасному каналу с роторной части КИС 1.1 на статорную часть.

Краткие характеристики КИС 1.1

Число измерительных каналов:

- - тензометрических - 24,
- - скорости оборотов роторов двигателя - 2.

Диапазон частот измеряемых деформаций - от 0,05 до 10,0 кГц.

Диапазон измерения скорости вращения - не более 15000 об/мин.

Основная приведенная погрешность измерения - не более 1,0%.



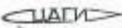
Вид спереди двигателя АЛ-31Ф (99М1)
с установленным в центре
токосъемником КИС 1.1.

Процесс разработки программно-аппаратных средств КИС1.1 протекал в тесном взаимодействии разработчиков и пользователей системы. В части аппаратных средств были уточнены требуемые диапазоны частот измерительных каналов (до 10 кГц). В процессе работ с КИС 1.1 по требованию Заказчика проводилась доработка программного обеспечения, введен ряд дополнительных возможностей:

- цифровая фильтрация сигналов для измерительного канала с изменяемыми по командам оператора порядком фильтра и полосой частот;
- интерполяция 4-го и 16-го порядка для работы с верхними составляющими частотами спектрального диапазона;
- спектральный анализ измерительного сигнала от тензодатчика для определения характеристик основных спектральных составляющих;
- измерение разности фаз сигналов от двух различных тензодатчиков;
- адаптированный к предложениям пользователя формат протокола, формируемого в процессе постсеансной обработки сигнала;
- цифровая и графическая форма отображения измеряемых параметров.

Большая работа по поверке КИС 1.1 была проделана сотрудниками НИО-7 и -19 ЦАГИ по заданию ФГУП ММП «Салют», обработка их замечаний позволила так же значительно улучшить технические характеристики КИС 1.1 и позволила получить **СВИДЕТЕЛЬСТВО о поверке №05/04-14** Государственного центра испытаний средств измерения при Центральном аэрогидродинамическом институте им. профессора Н. Е. Жуковского.

КИС 1.1 наработала более 100 часов при стендовых испытаниях изделия 99, также использовалась при испытаниях новых образцов компрессоров турбин, в том числе и на стендах ЦИАМа им. Баранова. В процессе эксплуатации в ФГУП ММП «Салют» КИС 1.1 показала себя надежной и безотказной системой, в том числе и при возникших нештатных ситуациях.

	ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ Центрального Аэрогидродинамического института имени Н.Е. Жуковского
СВИДЕТЕЛЬСТВО о поверке № 05/04-14	
Действительно до 04.04.2006 г.	
Средство измерений <u>Контрольно-измерительная система</u> <u>КИС1.1</u>	
Заводской № 02 Изготовитель <u>фирма «Солерприв» г.Клиппинг</u>	
принадлежащее <u>ФГУП «ММП САЛЮТ»</u> наименование предприятия	
проверено на основании результатов первичной поверки датированной годным и соответствующим характеристиками, указанным на обратной стороне настоящего свидетельства.	
Поверка проведена по методике: <u>СНС 468213.006ПМ</u> Контрольно-измерительная система КИС1.1. Программа и методика поверки.	
Начальник отдела <u>И.В.Вологин</u>	 Маскаев В.К.
Поверитель	
04.04.2005 г.	

Сертификация КИС1.1.

КИС 1.1 сертифицирована в России:
Сертификат об утверждении типа средств измерений MD.E.34.082.A № 24728 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 32248-06 и допущен к применению в Российской Федерации.



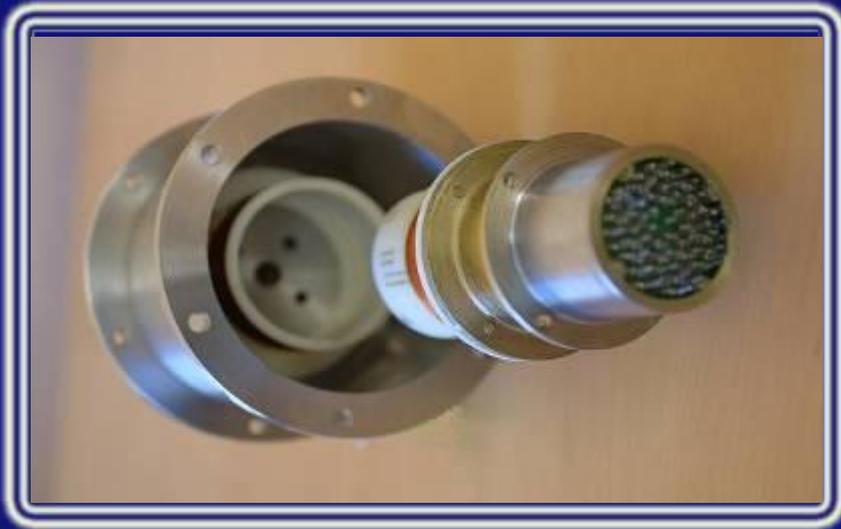
СКИ «Агат-Л»

Для проведения летных испытаний модернизируемого двигателя АЛ-31Ф по техническому заданию ФГУП ММП «Салют» в 2005 году в очень сжатые сроки (за 8 месяцев) на ООО «Comelpro» были созданы и испытаны две СКИ «Агат-Л».

СКИ «Агат-Л» конструктивно базируется на КИС 1.1, но так как должна использоваться в летном варианте, проведены следующие изменения:

- расширен рабочий диапазон температур – верхний предел увеличен до 100°C;
 - число измеряемых каналов увеличено до 28;
 - разработано накопительное устройство емкостью до 10 Гбайт с сетевым кондиционером, позволяющим работу аппаратуры СКИ «Агат-Л» от бортовой сети самолета с 12В вместо 27В.
-

СКИ «Агат-Л»



Внешний вид СКИ «Агат-Л».



Внешний вид накопительного устройства и сетевого кондиционера

В конце 2005 года проведены 6 полетов на летающей лаборатории СУ- 27 №3711 летного испытательного института (ЛИИ) им. М.М.Громова (г. Жуковский, Московской области) с двигателем 99М1, лопатки 1-й ступени компрессора низкого давления которого препарированы 32 тензодатчиками, а в передней опоре двигателя установлен бесконтактный токосъемник СКИ «Агат-Л».

Информация с бесконтактного токосъемника СКИ «Агат-Л» записывалась в накопительном устройстве с объемом памяти до 10 Гбайт, который размещался в центральной зоне фюзеляжа самолета.

Общая наработка СКИ «Агат-Л» с учетом наземных гонок и рулежки по взлетно-посадочной полосе составила около 10 часов.

Испытания проводились в соответствии с полетными заданиями, на скоростях до 2.35 МАХ и на высотах до 15 км.

СКИ «Агат-Л» с накопительным устройством по результатам проведенных летных испытаний с 16.11.05 г. по 25.02.06 г. показала безотказную работу, дефектов не было и признана пригодной для тензометрирования вращающихся деталей ГТД в составе летающих лабораторий по группе исполнения 3.3.6 (аппаратура размещаемая на двигателе) по ГОСТ РВ 20.39.304-98.

СКИ «Агат-500С»

Для проведения стендовых и летных испытаний нового авиационного двигателя ТВ-500С по техническому заданию ФГУП ММПП «Салют» в 2005 -2006 годах ООО «Comelpro» разработали и изготовили две СКИ «Агат-500С».

Особенностью СКИ «Агат-500С», из-за больших оборотов вращения ротора турбины двигателя до 47000 об/мин, является использование двухопорного конструктива с воздушным охлаждением подшипниковых опор. В СКИ «Агат-500С»:

- увеличено количество каналов измерения до 40;
- расширены диапазоны измеряемых частот деформаций до 40,0 кГц;
- увеличены скорости вращения ротора турбины до 47000 об/мин.

Для реализации требований работы СКИ «Агат-500С» на скорости вращения ротора двигателя до 47000 об/мин применен двухопорный конструктив с воздушным охлаждением подшипниковых опор. В СКИ «Агат-500С» реализован непрерывный контроль и отображение на мониторе оператора АРМ температуры подшипников и вибрации корпуса.

Возросшие объёмы обработки ИИ потребовали разработки нового блока интерфейсного (БИ), который обеспечивает передачу ИИ через интерфейс RS-485 со скоростью до 25Мбит/сек в соответствии с принятым для СКИ «Агат» форматом и ввод данных в компьютер через сетевой интерфейс «Ethernet» со скоростью до 100Мбит/сек.



Внешний вид СКИ «Агат-500С».



Внешний вид блока интерфейсного

БИ функционально законченный модуль и его подключение не связано с вскрытием персонального компьютера для его установки.

СКИ «Агат-М»

Разработка и производство СКИ «Агат-М» для проведения стендовых и летных испытаний авиадвигателя АИ - 222 проводилась по техническому заданию ФГУП ММП «Салют» в 2006 -2007 годах.

Система предназначена для сбора измерительной информации с датчиков деформации ее преобразования и запоминания в накопительном устройстве СКИ «Агат-М» с привязкой ко времени и частоте вращения вала двигателя.

Считывание вышеперечисленной информации в АРМ оператора для проведения анализа состояния испытываемого двигателя проводится после его остановки.

АРМ реализован как аппаратно-программный комплекс на базе персонального компьютера IBM/PC с процессором не хуже Pentium 4. Операционная система WINDOWS-XP.

АРМ оператора СКИ «Агат-М» обеспечивает:

- отображение результатов спектрального анализа для выбранного оператором АРМ канала измерения;
 - формирование и отображение служебной информации – относительного времени проведения измерений, для обеспечения временной привязки результатов измерений и температуры окружающей среды корпуса прибора;
 - формирование протокола измерений для выбранного оператором канала измерения с табличным представлением результатов измерения с привязкой к относительному времени проведения измерения и к результатам измерения показаний датчика оборотов.
-

По требованию Главного Конструктора АИ - 222 изделие «Агат-М» при установке на работающий двигатель не должно иметь никаких присоединительных кабелей к статорной части двигателя, поэтому изделие «Агат-М» выполнено как полностью законченная система с автономным питанием, встроенной памятью для ИИ и встроенным датчиком оборотов.

На данный момент СКИ «Агат-500С» и СКИ «Агат-М» прошли входной проверочный цикл испытаний и готовятся для установки на вышеуказанные двигатели для проведения стендовых испытаний.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Техническая справка № 09. 94. 3290 от 28.11.05 г. Результаты использования контрольно-измерительной системы КИС 1.1 («Агат- Л») в составе двигателя 99М1 – Т99-006 на летающей лаборатории СУ-27 №3711 ЛИИ им. М.М. Громова.
 2. ГОСТ РВ 20.39.304-98 Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.
-