

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ MIC-300M ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛИНЕЙКИ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ С УНИВЕРСАЛЬНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

## THE USE OF THE MIC-300M IMPLEMENTATION EXPERIENCE FOR THE CREATION OF THE DEVICE AND SYSTEMS LINES WITH UNIVERSAL FUNCTIONAL OPPORTUNITIES

Попов А.Н. (A. Popov), Шатохин А.Г. (A. Shatokhin)

В таких высокотехнологичных отраслях, как разработка авиационных двигателей, проблема обеспечения измерений всегда стояла весьма остро и, лидирует в этом направлении обеспечение в первую очередь измерений динамических процессов. Исследование процессов детонационного горения, вибропрочности изделий, акустического шума, динамических и статодинамических деформаций, аэроупругих процессов, измерения радиальных и осевых зазоров всегда являлось наиболее сложным при проведении испытаний ГТД и ГТУ. Требования к используемым в данной области средствам так же всегда были высокими как по качеству измерений, так и по количеству измерительных каналов, оперативности обработки измерительной информации.

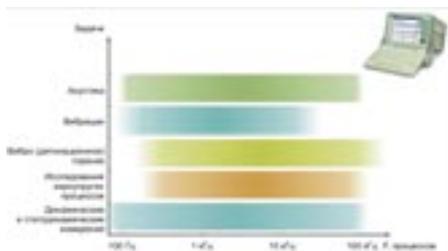


Рис. 1.

Даже сделавшие несомненный качественный шаг методы математического моделирования процессов, не исключают, и даже повышают требования к экспериментальному подтверждению результатов в виде натурных испытаний узлов и полномасштабных испытаний изделий ГТД и ГТУ. При этом неизбежны изменения в процессе испытаний как по номенклатуре, так и по количеству измерительных каналов. В этой связи еще больше обостряется необходимость в унифицированном подходе к построению инструментальных средств измерений, задействованных в испытаниях.

Многолетний опыт работы специалистов ЦИАМ с различными поколениями измерительных средств, начиная от светолучевых осциллографов и аналоговых магнитографов с регистрацией на магнитную ленту и до самых современных цифровых прибо-

ров и комплексов, позволяет качественно и квалифицированно оценить различные предложения, существующие на сегодняшний день на рынке средств измерений и обработки динамических параметров. Работы, проводимые в институте для отечественной авиапромышленности и для мировых лидеров авиаиндустрии, требуют применения надежных и функциональных средств самого высокого мирового уровня, дающих возможность обеспечить проводимые измерения на уровне самых требовательных мировых стандартов.

Уже в течение 7 лет парк измерительной аппаратуры пополняется различными модификациями приборов серий MIC-300M, MIC-200M, одного из ведущих Российских приборостроительных предприятий ООО «НПП «МЕРА». За время эксплуатации приборы зарекомендовали себя с самой лучшей стороны и применялись как во время многочисленных стендовых испытаний, так и во время полевых и летных испытаний ГТД и их узлов отечественного и зарубежного производства. К числу несомненных достоинств приборов следует отнести возможность разрывного экспресс-анализа в темпе измерений и углубленного послезаключительного анализа информации с помощью широкого набора алгоритмов обработки. Позволяя регистрировать динамические процессы с частотой 216 кГц/канал, обладая широким динамическим диапазоном до 120 дБ и высокими метрологическими характеристиками (погрешность 0.1-0.3% при неравномерности АЧХ 0.01-0.1 дБ), прибор стал «рабочей лошадкой» практически для всех видов измерений. Унифицированный интерфейс программного обеспечения регистрации и обработки, проведение обучения специалистов ЦИАМ работе с приборами сделали их востребованными во всех подразделениях института, выполняющих исследования динамических процессов.

Универсальные регистраторы-анализаторы MIC-300M (MIC-200M) работающие в комплексе с модулями согласования серии ME для пьезо-

электрических, пьезорезистивных, тензорезистивных датчиков, датчиков пульсаций давления, датчиками со встроенной электроникой с поддержкой стандартов ICP и TEDS, позволяют обеспечить гибкость программы измерений по номенклатуре и количеству каналов. С использованием этих программно-аппаратных средств в институте разрабатываются новые подходы к измерениям, методики.

Вполне естественным выглядит тот факт, что получая в свое распоряжение более совершенные инструментальные средства, исследователям становятся доступны ранее неосуществимые, с технической точки зрения задачи, которые в свою очередь заставляют предъявлять новые требования и разработчикам приборов. Процесс циклический, и только такого рода взаимодействие испытателей с разработчиками инструментальных средств, двигает прогресс в области совершенствования методов изучения динамических процессов и создания аппаратуры для этих целей.

Испытания ГТД — весьма затратный процесс в создании и освоении новых изделий авиационной техники. Немалое внимание при проведении испытаний уделяется и экономической составляющей процесса испытаний. Количество измерительных каналов, оперативность их обработки, надежность средств измерений, совершенство методик существенным образом отражаются на количестве газо-

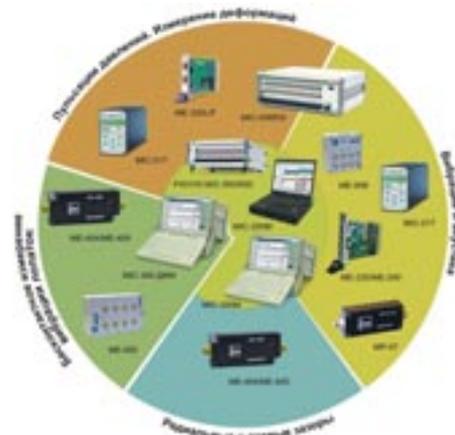


Рис. 2.

вых часов, общей стоимости испытаний. Освоение приборов МИС-300М позволило не только вывести измерения динамических параметров на более высокий качественный уровень, но и увеличить объем проводимых испытаний даже в условиях кадрового дефицита за счет более оперативного взаимодействия операторов с измерительной техникой. Ради справедливости необходимо отметить что приборы, используемые в ЦИАМ, постоянно совершенствуются и процесс этот проходит в тесном взаимодействии разработчиков с сотрудниками института. Нарастает мощность вычислительной и измерительной подсистем, увеличивается объем алгоритмической базы.

Развитие и совершенствование технологий применяемых в авиадвигателестроении и современном приборостроении определяет тенденцию в испытаниях к увеличению количества измерительных каналов различных типов, увеличению частотного диапазона измерений. Для обеспечения многоканальных синхронных измерений используется способность аппаратуры серии МИС обеспечивать общую синхронизацию всех измерительных каналов с предоставлением возможности исследования взаимных характеристик динами-

ческих процессов практически без сдвига фаз между каналами ( $<0.5^\circ$  в пределах одного прибора и  $<2^\circ$  (на частоте 28000 Гц) и  $<0.07^\circ$  (на частоте 1000 Гц) между любыми каналами измерительной системы). Например, при организации комплексных испытаний на стендах ЦИАМ в состав стендовой АИИС ДП одновременно включаются от 1-2 до 7-9 приборов

с числом каналов динамических измерений более 100, представляется так же целесообразным использование модульной аппаратуры на основе стандартов PXI/LXI/VXI МИС-500, МИС-280 (380), МИС-600 соответственно. Это позволит еще больше повысить экономическую эффективность при создании подобного класса стендов, увеличить компактность и упростить обслуживание измерительной подсистемы стенда.

Возможности применяемой в ЦИАМ аппаратуры МИС были по достоинству оценены коллегами из Индии и Европы, которые так же с успехом эксплуатируют данные приборы.

С учетом имеющегося задела в виде модификаций серийных приборов МИС-300М и опыта их применения весьма целесообразной, своевременной и перспективной выглядит ожидаемая линейка приборов/систем на распределенной шине LXI. При этом, пользователи вправе ожидать удачного выбора аппаратных и программных решений, увеличения производительности и гибкости, наличия сертификата утверждения типа СИ, 3-х летнего гарантийного обслуживания и послегарантийного сервисного обеспечения, сохранения присутствующего соотношения цена/качество. ☑



Рис. 3.

МИС-300М. На базе приборов серии МИС в ЦИАМ создан уникальный современный стенд для акустических испытаний биротативных вентиляторов, включающий 192 канала динамических измерений: акустики, вибраций, пульсаций давлений, радиальных зазоров, динамического тензометрирования, бесконтактных измерений вибраций лопаток дискретно-фазовым методом.

При создании стационарных многоканальных динамических систем изме-



## НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ РЕГИСТРАТОРОВ-АНАЛИЗАТОРОВ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



**MIC-254**

**MIC-254**

Мобильный регистратор-анализатор динамических процессов.

- Частота опроса до 108 кГц на канал
- Разрешение 24 бит
- До 64 динамических каналов
- Встроенные усилители заряда, тензоусилители, работа с ICP и TEDS датчиками
- Синхронизация нескольких приборов по протоколу IEEE 1588 PTP



**MIC-503 PXI**

**MIC-503 PXI**

Мощный многоканальный регистратор-анализатор динамических процессов. Эффективен для построения многоканальных систем стендовых испытаний.

- Разрешение 24 бит
- Частота опроса до 216 кГц на канал при одновременно работающих 64 каналах
- Встроенные усилители заряда, тензоусилители, работа с ICP и TEDS датчиками
- Синхронизация нескольких приборов по протоколу IEEE 1588 PTP

Научно-производственное предприятие «МЕРА»  
[www.nppmera.ru](http://www.nppmera.ru), [info@nppmera.ru](mailto:info@nppmera.ru)  
 тел./факс: (495) 783-42-49