

СОВРЕМЕННОМУ ДВИГАТЕЛЮ — СОВРЕМЕННУЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ БАЗУ

НПП «МЕРА»



Рассмотрена история сотрудничества НПП «МЕРА» и ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова». Показана взаимосвязь в развитии измерительно-вычислительных комплексов и качества проведения стендовых испытаний при создании авиадвигателей.

Ключевые слова: экспериментальная база, измерительно-вычислительные комплексы, измерительные системы, сканеры, авиадвигателестроение.

Применение методов математического моделирования и аналитического исследования процессов, все шире используемых в последние годы при разработке газотурбинных авиационных двигателей и установок (ГТД, ГТУ), требует тем не менее экспериментального подтверждения получаемых расчетных результатов и накопления измерительной информации для построения новых, все более качественных моделей.

При натурных испытаниях отдельных узлов и полномасштабных испытаниях ГТД и ГТУ всегда остро стоял вопрос качественного обеспечения измерений. Это относится к задачам исследования статических и квазистатических процессов, особенно к области измерений динамических процессов. Исследование процессов детонационного горения, вибропрочности изделий, акустического шума, динамических и статодинамических деформаций, аэроупругих процессов, измерения радиальных и осевых зазоров представляют наибольшую сложность при испытаниях двигателей.

Совершенствование авиационной техники и широкое использование в авиации средств автоматизации выдвигают новые требования к используемому измерительному оборудованию и по разнообразию типов, и по числу измерительных каналов, их точности и пропускной способности, по синхронизации и оперативности обработки измерительной информации.

Кроме того, измерительные системы обладают самыми разнообразными функциями послеэкспериментальной аналитической обработки данных, что позволяет интегрировать их с системами моделирования и проектирования.

Огромный опыт в части методического и инструментального обеспечения испытаний ГТД и ГТУ, накопленный за многие годы Центральным институтом авиационного моторостроения им. П. И. Баранова, стал результатом работ, проводимых в институте в интересах отечественной авиапромышленности и мировых лидеров авиаиндустрии.

Испытания, проводимые Научно-исследовательским центром (НИЦ) ЦИАМ по отече-

ственным и мировым стандартам, требуют применения самых современных, надежных и функциональных средств обеспечения эксперимента и измерений.

Высокий уровень компетенции специалистов ЦИАМ позволил квалифицированно оценить существующие предложения разработчиков и производителей средств регистрации и обработки стендовых измерений, средств автоматизированного управления процессом испытаний и определить концепцию модернизации испытательных стендов на экспериментальной базе НИЦ ЦИАМ.

Результаты осуществляемой в последнее время масштабной модернизации испытательных стендов отражают многолетний опыт специалистов НИЦ ЦИАМ по проведению испытаний и те технологические возможности по построению автоматизированных систем измерения и управления, которые представляют сегодня современные приборостроительные предприятия (рис. 1).

Уже более 15 лет парк измерительной аппаратуры ЦИАМ им. П. И. Баранова регулярно пополняется оборудованием, производимым НПП «МЕРА» — одним из лидеров в области автоматизации стендовых испытаний. Началось сотрудничество НПП «МЕРА» и ЦИАМ в конце 90-х гг. XX века с поставки отдель-



Рис. 1. В процессе реконструкции: пульт управления в НИЦ ЦИАМ



Рис. 2. MIC-300M



MIC-355M

ных измерительно-вычислительных комплексов серии LM для изучения динамических процессов и вибродиагностики агрегатов авиационных двигателей.

Сегодня НПП «МЕРА» сочетает функции разработки и производства новейших средств измерений, комплексной поставки и системной интеграции управляющих измерительных систем испытательных стендов, а также систем бортовых измерений. Многие из разработок НПП «МЕРА» осуществлялись в тесном взаимодействии со специалистами ЦИАМ и других авиационных предприятий, с учетом их опыта и наработок, воплотившихся в определенных требованиях к функциональности и технологичности программно-аппаратного обеспечения измерительных комплексов. Так, при участии специалистов НИЦ ЦИАМ осуществлялась разработка и внедрение мобильных регистраторов-анализаторов параметров динамических процессов серий MIC-300M, MIC-200M, используемых в ЦИАМ с 2000 г. За время эксплуатации эти приборы зарекомендовали себя с самой лучшей стороны и применялись как во время многочисленных стендовых испытаний, так и полевых и летных испытаний ГТД и их узлов отечественного и зарубежного производства. К числу несомненных достоинств этих приборов следует отнести возможность развернутого экспресс-анализа в темпе измерений и углубленного послеэкспериментального анализа информации с помощью разнообразного набора алгоритмов обработки. Благодаря компактности и мобильности регистраторы-анализаторы MIC-300M и MIC-200M стали надежными «рабочими лошадками» 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. В настоящее время НПП «МЕРА» выпускает следующее поколение мобильных регистраторов-анализаторов стандарта PXI —

MIC-355M. Они стали развитием удачных технических решений, заложенных в MIC-300M и при этом отличаются от предшественника модульной архитектурой, более продвинутой шиной передачи данных, уменьшенными массогабаритными характеристиками (рис. 2).

С использованием этих программно-аппаратных средств в институте разрабатывались новые подходы к измерениям и методики. Естественно, что с получением более совершенных инструментальных средств, исследователям становятся доступны ранее неосуществимые с технической точки зрения задачи, которые в свою очередь заставляют предъявлять новые требования разработчикам приборов. Процесс такого взаимодействия испытателей и разработчиков инструментальных средств ведет к постоянному совершенствованию методов испытаний и аппаратуры для этих целей.

В 2005 г. НПП «МЕРА» был разработан автоматизированный комплекс стендовых испытаний (АКСИ) стенда Ц-3 А, предназначенный для проведения комплексных исследований акустических параметров биротативного вентилятора. Совместными усилиями специалистов ЦИАМ и НПП «МЕРА» был создан стенд, удовлетворяющий всем отраслевым стандартам и отвечающий самым современным требованиям.

АКСИ Ц-3 А построен по принципу распределенной многоуровневой архитектуры и оснащен самым передовым измерительным комплексом, состоящим из подсистемы измерения акустических параметров и подсистем измерения статических и динамических параметров (вибрации, пульсации давлений, радиальные зазоры, динамические деформации, бесконтактные измерения вибраций лопаток дискретно-фазовым методом); подсистемы измерения метеорологических параметров (температура, влажность, давление, скорость и направление ветра); подсистемы автоматизированного управления. За рубежом аналогичными стендами обладают лишь три испытательных площадки в США, Китае и Германии.

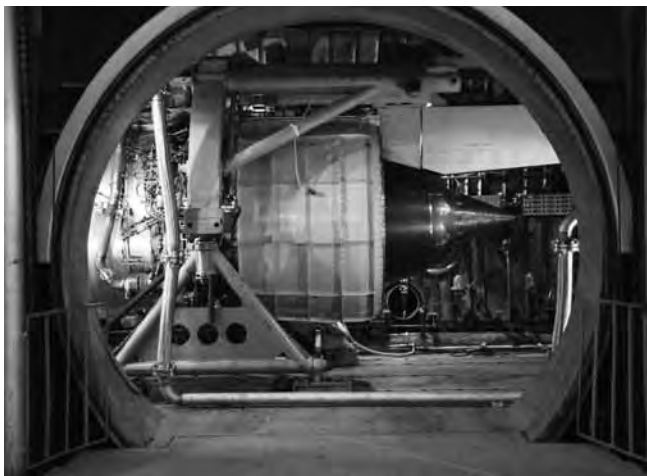


Рис. 3. Двигатель ПД-14 в термобарокамере высотного стенда НИЦ ЦИАМ

Подобный комплексный подход к автоматизации испытательного стенда, предполагающий единого разработчика и поставщика измерительного оборудования, предоставляет заказчику целый ряд преимуществ, значительно повышающих эффективность испытаний. Это единство форматов данных, синхронизация измерительной информации по каналам статических и динамических измерений, единое программное обеспечение для настройки системы, регистрации и анализа измерительной информации, общий интерфейс пользователя, наконец, отсутствие необходимости в большой номенклатуре ЗИП.

Испытания ГТД — весьма затратный этап в создании и освоении новых изделий авиационной техники. Немалое внимание при проведении испытаний уделяется экономической составляющей процесса испытаний. Число измерительных каналов, оперативность их обработки, надежность средств измерений, совершенство методик существенным образом отражаются на числе газовых часов и общей стоимости испытаний.

Освоение испытателями новых средств регистрации, хранения и обработки данных, автоматизация управления экспериментом позволяют улучшить качество и увеличить объем проводимых испытаний даже в условиях кадрового дефицита за счет более результативного взаимодействия операторов с измерительной техникой, что в конечном счете повышает и экономическую эффективность работ.

Одновременно в ЦИАМ постоянно совершенствуется программно-аппаратное обеспечение испытаний: расширяются функциональные возможности, наращиваются мощности вычислительных и измерительных подсистем, увеличивается объем алгоритмической базы. И это проходит в тесном взаимодействии сотрудников института с разработчиками средств измерений и управления НПП «МЕРА».

Итогом такого партнерства стали созданные в 2007 г. автоматизированные информационно-измерительные системы стендов Ц-5. Эти проекты воплотили тенденции, определяемые развитием и совершенствованием

технологий, применяемых в авиадвигателестроении и современном приборостроении, включая постоянное увеличение числа и типов измерительных каналов, увеличение частотного диапазона измерений, обеспечение синхронизации всех измерительных каналов с предоставлением возможности исследования взаимных характеристик динамических процессов практически без сдвига фаз между каналами. Способность аппаратуры серии МИС отвечать данным требованиям определила успешное применение измерительных систем НПП «МЕРА» на стендах ЦИАМ (рис. 3).

Квинтэссенцией развития стендовых многоканальных систем измерений на базе модульной аппаратуры и следования НПП «МЕРА» по пути углубления интеграции становятся модернизируемые в 2014–2016 гг. стенды Ц-4 Н, Ц-1 А для испытаний воздушно-реактивных двигателей в наземных и высотно-скоростных условиях. Измерительная система стендов позволяет осуществлять измерения более 1000 стендовых и двигательных параметров в широком частотном диапазоне (1 Гц...216 кГц по отдельным каналам).

Данные проекты выделяются из ряда ранее разработанных НПП «МЕРА» стендовых систем созданием масштабной системы управления, обеспечивающей:

- автоматизированное оперативное управление режимами работы стенда и изделия, в том числе при специальных испытаниях;
- автоматическое регулирование давления и температуры воздуха на входе изделия, давления выхлопных газов в термобарокамере, перепада давлений на изделии;
- автоматизированное управление параметрами технологических систем;
- регулирование отношения значений давления газовоздушного потока на входе и в термобарокамере в условиях переходных режимов двигателя;
- регулирование влажности в потоке воздуха, скорости потока и влажности воздуха и т. д.

Помимо системы управления технологическими и двигательными подсистемами был разработан аппа-



Рис. 4. Транспортирование маслonaсосной станции в НИЦ ЦИАМ



Рис. 5. В процессе реконструкции: сканеры температур и приборные шкафы НПП «МЕРА» на стенде НИЦ ЦИАМ

ратно-программный комплекс управления термокамерой и запорно-регулирующими органами газоз воздушного контура, силоизмерительной системой.

Таким образом, прослеживается характерный процесс развития отечественной компании — системного интегратора от первых шагов по разработке и поставке отдельных измерительных приборов до создания масштабных полнофункциональных систем стендовых испытаний. Сегодня НПП «МЕРА» участвует в масштабных программах как единый конечный поставщик и полноценный системный интегратор, ответственный за сопряжение всего комплекса стендового оборудования: АИИС, АСУ, силоизмерительной и силоградуировочной систем, гидро- и пневмоподсистем, аудио- и видеоподсистем и т. д. (рис. 4).

Развитие стендового комплекса измерительного оборудования движется в направлении функциональной специализации измерительных подсистем путем членения на сегменты регистрации статических и динамических сигналов, организации распределенных систем сбора данных на основе многоканальных сканеров физических параметров (рис. 5). Актуальными остаются задачи повышения компактности и упрощения обслуживания измерительного оборудования.

Повысить оперативность обработки данных и увеличить экономическую эффективность использования цифровых средств обработки, хранения и обмена информацией позволяют клиент-серверные технологии. Это дает возможность выполнять ресурсоемкие математические операции на выделенном сервере и получать и анализировать результаты вычислений на клиентской рабочей станции. Использование клиент-серверной схемы обработки данных минимизирует требования к ресурсам рабочих мест пользователей, снижает нагрузку на информационную сеть и при этом дает возможность выполнять комплексную полнофункциональную обработку большого объема данных. Интеллектуальная база данных значительно расширяет возможности не только обработки результатов, но и подготовки очередного эксперимента за счет удаленного доступа к базе настроек, градуировочных характеристик и т. п.

На сегодняшний день перед авиационной отраслью в направлении создания новейших истребителей уже ставятся задачи по разработке машин шестого поколения. Планируется разработка перспективных авиационных комплексов дальней и транспортной авиации. Несомненно, что эти летательные аппараты потребуют создания новейших образцов авиационных двигателей, а значит углубления исследований, расширения и модернизации испытательной базы авиапредприятий, их перевооружения измерительным оборудованием, системами управления и обеспечения процессов испытаний. НПП «МЕРА» как одно из ведущих российских приборостроительных предприятий видит здесь существенные возможности для развития, роста и совершенствования своей продукции.

НПП «МЕРА» последовательно движется в направлении создания на собственной базе Центра компетенций в сфере организации, обеспечения и проведения испытаний аэрокосмической техники. Подобный центр в будущем сможет предлагать своим клиентам разнообразную «палитру» услуг, выходящих за грань привычных взаимоотношений заказчика и поставщика:

- разработку и поставку решений любого масштаба «под ключ»;
- изготовление и поставку компонентов или подсистем;
- техническую и технико-экономическую экспертизу проектов других поставщиков;
- выбор подрядчиков и управление рабочей группой;
- разработку и внедрение сложных систем измерений (радиотелеметрическая система регистрации параметров с роторных частей двигателей, комплекс РУД, специализированные стенды).

Контактный телефон (495) 783-71-59

[Http://www.nppmera.ru](http://www.nppmera.ru)