

# Ускоренное проектирование за счет высокой скорости принятия технических решений

Известно, что газотурбинный двигатель (ГТД) является одним из самых сложных и наукоемких изделий, производимых человеком. Множество тесно связанных между собой видов расчетных работ и экспериментальных исследований в разных областях (термодинамика, аэродинамика, гидравлика, прочность, теплопередача, акустика, горение, материаловедение, освоение новых производственных процессов и пр.) реализуется в виде многочисленных и ресурсозатратных итерационных циклов с трудно прогнозируемой структурой, необходимых для всесторонней проработки конструкции. Сокращение же количества итераций в стремлении сократить затраты приводит к отказам на испытаниях, необходимости сложной доводки изделия на стендах и в конечном итоге к удорожанию проекта. Поэтому для решения задачи захвата лидирующих позиций на рынке в первую очередь необходимо обеспечить высокую скорость принятия обоснованных технических решений.

Еще в конце 90-х – начале 2000-х годов в компаниях по всему миру, занимающихся разработкой высокотехнологичной продукции, широкое распространение получили виртуальные технологии проектирования, что позволило значительно сократить сроки вывода изделий на рынок. Сегодня сложно представить себе процесс проектирования или доводки газотурбинных двигателей без применения компьютерного инжиниринга.

Однако большой объем информации на разных стадиях жизненного цикла изделия (проектирование, производство, результаты испытаний), который за последние 10-15 лет стал доступен инженерам, диктует необходимость сделать шаг к структурированию всего массива накопленных данных. Для сокращения времени принятия конструкторских решений необходимо перейти от виртуальной разработки отдельных элементов ГТД к выстраиванию многоуровневой системы, включающей в себя геометрические модели деталей и узлов ГТД (CAD), математические модели происходящих в нем процессов (CAE), результаты испытаний, а также модели технологических процессов, оснастки и процессов послепродажного обслуживания (CAM). Для эффективного функционирования такая система должна иметь ассоциативные связи всех ее элементов и подуровней. Таким образом, широкое распространение информационных технологий в авиадвигателестроении привело к появлению нового понятия – “виртуальный двигатель”, а также к появ-

лению систем управления данными об изделиях (Product Data Management, PDM).

Особенно актуальным построение единого информационного пространства становится в условиях множества продуктовых направлений компании, когда ограниченное количество инженерных ресурсов вовлечено в работу по нескольким изделиям одновременно. Таким образом, создание и управление системой “виртуального двигателя” является не только технической, но и организационной задачей.

Как и ранее, центром принятия технических решений является конструкторское подразделение, куда стекаются информационные потоки от других подразделений организации – результаты расчетов, данные испытаний, информация о возможностях технологий изготовления. Изменение содержания этих информационных потоков определяет направление развития технологий проектирования.

Так, увеличение имеющихся вычислительных ресурсов и развитие технологий суперкомпьютерных вычислений с неизбежностью подстегивает усложнение расчетных моделей для все более детального моделирования поведения конструкции. При этом естественным образом в расчетную модель вовлекаются смежные узлы, что требует синхронизации как геометрических, так и расчетных моделей. С другой стороны, доступность вычислительных ресурсов позволила настолько автоматизировать стандартные виды расчетов (аэродинамика лопаточных машин, расчет статической и динамической прочности деталей), что для некоторых видов задач фактически стало возможным получать решение путем нажатия одной кнопки. Данный подход позволил инженерам заменить ручной поиск оптимальной конструкции на автоматический перебор нескольких тысяч вариантов, используя современные оптимизационные алгоритмы.

Развитие технологий изготовления также определяет направления развития технологий проектирования. С внедрением в производственный процесс аддитивных технологий появились возможности изготовления деталей сложной конфигурации (бионический дизайн), которые невозможно получить, используя традиционные методы изготовления. Это повлекло за собой развитие методов интеллектуальной оптимизации топологии деталей, основанных на произвольном построении формы



с учетом массогабаритных и эксплуатационных характеристик конструкции.

Широкое внедрение принципов бионического дизайна позволит сформировать новый тип мышления при проектировании элементов конструкции ГТД, которое совместно с инновационными методами изготовления уже не будет ограничено возможностями производства. Внедрение данных технологий повлечет за собой развитие целого класса задач – от построения расчетных сеток до создания специальных оптимизационных алгоритмов.

По-видимому, в течение ближайших 10-20 лет расчетные работы станут настолько интегрированы в процесс проектирования, что сам процесс выполнения расчетов не будет являться предметом труда конструктора – многие расчеты будут выполняться интерактивно, в процессе создания облика конструкции. Работа конструктора станет подобна работе скульптора – его задачей будет отсекаать ненужное, сле-

дующее своему опыту и подсказкам системы инженерного анализа или указаниям руководителя, который ставит задачу, а система будет находить оптимальный облик конструкции, основываясь на алгоритмах многодисциплинарной оптимизации.

В стремительно меняющемся современном мире одна из немногих составляющих успешной компании – это люди. Для того, чтобы оставаться на лидирующих позициях и через 100 лет, прежде всего необходимо создать в компании корпоративную культуру, нацеленную на постоянное повышение качества и внедрение инновационных технологий работы. Это позволит компании постоянно трансформироваться, адаптируясь к изменениям во внешней среде, но оставаясь узнаваемой по своим базовым ценностям, проверенным многолетней историей.

**К. Р. Пятунин, начальник конструкторского отдела систем инженерного анализа, ПАО "ОДК-Сатурн"**

## НОВОСТИ

### PTC анонсирует новые приложения ThingWorx Manufacturing

Компания PTC объявила о запуске новых приложений ThingWorx для производства. Приложения быстро развертываются и предоставляют оперативные данные в режиме реального времени для принятия проактивных и быстрых решений.

Приложения ThingWorx Manufacturing разработаны на базе ведущей в отрасли

платформы ThingWorx – надежной специализированной платформы Промышленного Интернета вещей, которая включает технологии и инструменты, позволяющие компаниям быстро разрабатывать, развертывать и распространять приложения дополненной реальности. Приложения ThingWorx Manufacturing являются частью нового поколения web-приложений Промышленного Интернета вещей для мобильных устройств, в числе которых успешное приложе-

ние ThingWorx Navigate. Новые приложения унифицируют данные из корпоративных бизнес-систем и сенсорного физического мира, а также предоставляют пользователям информацию в режиме реального времени в контексте отдельных ролей. Они помогают упростить цифровую трансформацию, быстро развертываются и обеспечивают масштабирование приложений для непрерывного и быстрого внедрения инноваций. Первые приложения ThingWorx

Manufacturing будут доступны для бесплатной загрузки и могут быть развернуты на производстве менее чем за час.

Запуск новых приложений ThingWorx Manufacturing продолжает фокусировать внимание и инвестиции PTC на Промышленном Интернете вещей, а также предоставляет производителям больше инструментов для радикального упрощения их цифровой трансформации и минимизации сроков окупаемости вложений.