

Новые программные продукты MSC Software для высокотехнологичных отраслей промышленности

Развитие компьютерных технологий инженерного анализа началось с создания расчетных инструментов в значительной мере “общего” характера, таких как, например, программы для конечно-элементного прочностного анализа. В настоящее время все более востребованными становятся специализированные программные средства, которые позволяют создавать изделия, отвечающие новым, актуальным требованиям рынка и государственных регуляторов. В авиационной и ракетно-космической промышленности компании-разработчики сегодня интенсивно работают над внедрением в свои изделия композиционных материалов, применение которых является одним из путей повышения весовой эффективности конструкции летательных аппаратов. Анизотропия свойств композитных материалов и связанные с этим особенности технологического процесса их изготовления требуют для их применения новых, продвинутых технологий инженерного анализа.

Ведущий мировой разработчик в области автоматизации инженер-

ных расчетов и исследований компания MSC Software предлагает ряд новых программных продуктов для решения задач инженерного анализа, связанных с внедрением новых материалов, повышением безопасности, экономичности и комфортабельности изделий ракетно-космической, авиационной, автомобильной, оборонной и других высокотехнологичных отраслей промышленности. Новое семейство программных продуктов Digimat разработано компанией e-Xstream engineering (Бельгия), которая является структурным подразделением MSC Software Corporation.

В состав семейства Digimat входят следующие программные продукты:

- ▶ **Digimat-MF** – прогнозирование нелинейного поведения многофазных материалов с применением микромеханического подхода (учет характеристик каждой фазы, микроструктуры материала и действующих нагрузок);
- ▶ **Digimat-FE** – моделирование представительного элемента объема (ПЭО) композита с

заданной структурой (рис. 1), конечно-элементная модель которого передается в конечно-элементный решатель для расчета характеристик материала;

- ▶ **Digimat-MX** – обратный инжиниринг (калибровка модели материала по результатам теста), хранение, поиск и обмен моделями материалов между компаниями;
- ▶ **Digimat-CAE** – управляющий модуль для связи между программами моделирования процесса изготовления композитов и программами прочностного анализа с использованием моделей материала Digimat;
- ▶ **Digimat-MAP** – передача данных об ориентации волокон, остаточных напряжениях и температурах с расчетной сетки для моделирования процесса изготовления композитов на конечно-элементную сетку для расчета на прочность (рис. 2);
- ▶ **Digimat-MICROSS** – автоматизированный экспресс-расчет характеристик сотовых сэндвич-панелей.

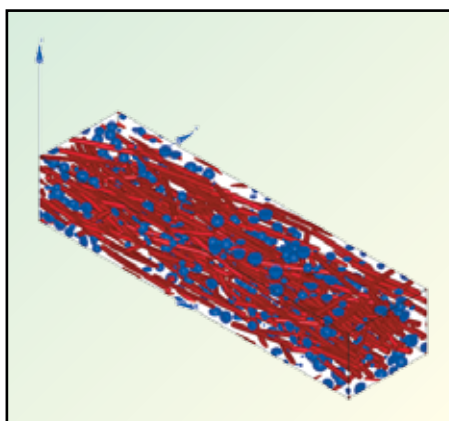


Рис. 1. Модель представительного элемента объема материала



Рис. 2. Использование Digimat в разработке изделий из армированных пластмасс

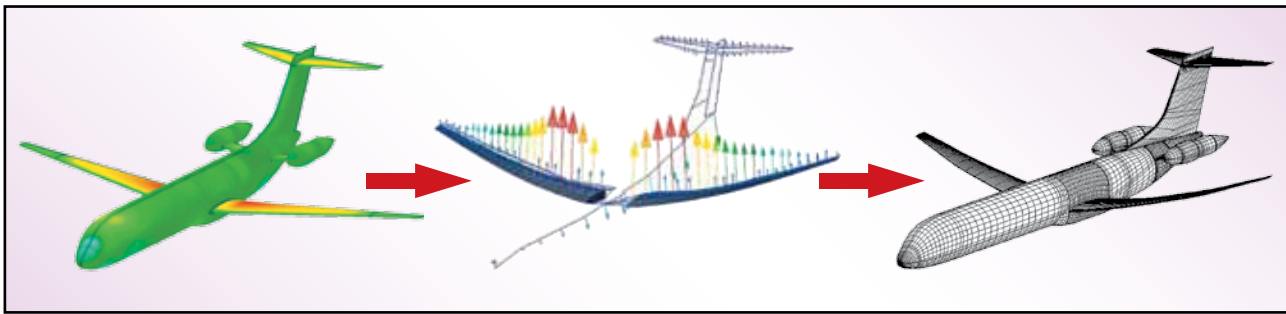


Рис. 3. Построение аэроупругой модели самолета

Таким образом, семейство программных продуктов Digimat представляет собой настоящую виртуальную лабораторию для разработки композитов и изделий из них и позволяет сократить количество натурных экспериментов в таких сложных отраслях промышленности, как авиационная и космическая.

Проектирование самолета является комплексной задачей, при решении которой необходим учет большого количества факторов и поиск компромиссных решений. Снижение массы (в том числе за счет применения композиционных материалов) влияет на жесткостные характеристики планера самолета, которые в свою очередь существенно влияют на его летные характеристики и безопасность.

Расчетный анализ летательных аппаратов с учетом аэроупругости был возможен в программном пакете MSC Nastran начиная с самых ранних версий этой программы, при этом зависимости изменения аэродинамических нагрузок от деформации планера самолета вычислялись методами, «встроенными» в этот решатель (например, с применением метода дипольных решеток – Doublet-Lattice Method). Указанный метод обеспечивает быстроту выполнения расчета, но в тоже время отличается известной степенью приближенности. В настоящее время, когда выдвигаются высокие требования к характеристикам самолетов (в первую очередь, к их безопасности), необходим более точный учет аэродинамики самолета, чем это возможно методом дипольных решеток. В качестве более точных источников данных по аэродинамике используются технологии вычислительной гидрогазодинамики (Computational Fluid Dynamics – CFD).

“Ручная” передача данных из программных комплексов CFD в MSC Nastran была возможна и ранее, но она характеризуется большой трудоемкостью и требует очень много времени. Специалисты компании MSC Software в сотрудничестве с инженерами аэрокосмической отрасли разработали программный модуль для существенного повышения точности расчета статической аэроупругости путем использования данных, полученных методом CFD, – Hybrid Static Aeroelasticity Toolkit (HSA). Применяя модуль HSA, пользователь может моделировать аэродинамическое воздействие на конечно-элементные модели летательных аппаратов с повышенной точностью. HSA дает возможность проводить расчеты статической аэроупругости с учетом влияния кривизны и высоты профиля аэродинамических поверхностей и других поправок, связанных с уточненным расчетом газовой динамики в специализированных приложениях. В итоге имеется возможность учитывать в комплексном анализе статической аэроупругости пилоны, элементы механизации, а также другие конструктивные элементы летательного аппарата, влияющие на его обтекание.

Инструмент моделирования и расчетов HSA включает в себя графическую оболочку, которая позволяет:

- ▶ создавать в автоматическом режиме аэродинамическую базу данных в программной среде MSC Nastran на основе результатов газодинамического расчета, полученных с помощью технологии CFD;
- ▶ строить аэроупругую модель, включающую сплайны и контрольные точки (рис. 3);

- ▶ проводить подготовку расчета статической аэроупругости;
- ▶ визуализировать деформации аэродинамической сетки (обтекаемых поверхностей);
- ▶ отображать и анализировать нагрузки на различных режимах в разных полетных конфигурациях;
- ▶ получать данные по балансирующим нагрузкам (силы и моменты) для последующих расчетов напряженного состояния планера самолета.

Набор инструментов Hybrid Static Aeroelasticity Toolkit расширяет номенклатуру доступных инструментов моделирования и расчетов MSC Nastran. Главным преимуществом его применения является существенное повышение точности расчета статической аэроупругости за счет более точного и детального представления аэродинамических нагрузок при моделировании.

Постоянно ужесточающиеся международные и национальные нормы допустимого уровня шума транспортных средств (в том числе самолетов), повышенное внимание к параметрам комфорта пассажиров обуславливают необходимость применения развитых средств компьютерного инженерного анализа для акустических расчетов разрабатываемых самолетов и авиационных двигателей. Кроме того, применение все более мощных авиадвигателей обостряет проблему их акустического воздействия на элементы планера самолета, которое может приводить к его повреждению и даже разрушению. Акустическая проблема еще более актуальна в ракетно-космической технике, где велика опасность акустического повреждения полезной нагрузки шумом ракетного двигателя.

MSC Software предоставляет специализированный программный пакет Actran для комплексного акустического анализа, разрабатываемый компанией Free Field Technology (Бельгия), которая является структурным подразделением MSC Software Corporation.

Инструментарий пакета Actran включает специальные конечные и бесконечные элементы, адаптированные модели материалов, в том числе пористых шумопоглощающих материалов, специальные виды нагрузок и граничных условий, средства вывода результатов счета и их преобразования к удобному для анализа виду и многие другие возможности.

Actran имеет модульную структуру и включает в себя в том числе:

- ▶ модуль **Actran/Acoustics** – основной модуль для расчета распространения и поглощения шума в замкнутых полостях и в открытом пространстве, основа для работы остальных модулей;
- ▶ модуль **Actran/Vibro-Acoustics** для связанного анализа колебаний изделия и акустической среды;
- ▶ модуль **Actran for Nastran** для интеграции решателей Actran и MSC Nastran (расчет колебаний изделия выполняется с применением решателя MSC Nastran, а расчет распространения звука в акустической среде – с применением решателя Actran);
- ▶ модуль **Actran/Aero-Acoustics** для расчета шума, возникающего в возмущенном потоке газа или жидкости при обтекании изделия;
- ▶ модуль **Actran/TM** (Turbo-Machines) – специализированное решение для анализа шума турбомашин, вентиляторов, и других устройств с вращающимися элементами конструкции;
- ▶ модуль **Actran/DGM** (Discontinuous Galerkin Method) – уникальный адаптивный решатель на базе метода Галеркина для задач аэроакустики в сложных течениях с высокими градиентами температур и скоростей, который, например, особенно важен при проектировании авиационных двигателей, а так-

же при оптимизации параметров конструкции пилонов двигателей, крыльев и элементов механизации крыла.

Среди пользователей пакета Actran – крупнейшие авиационные, космические и двигателестроительные фирмы, такие как Airbus (рис. 4), Boeing, NASA, EADS, Snecma, Rolls-Royce, General Electric, ОАО “Авиадвигатель” (Россия) и др. Программный пакет Actran применяется также ведущими компаниями, работающими в области автомобилестроения и производства транспортно-технологических машин, среди которых Daimler, BMW, VW, Delphi, Visteon, John Deere, PSA Peugeot Citroen и др.

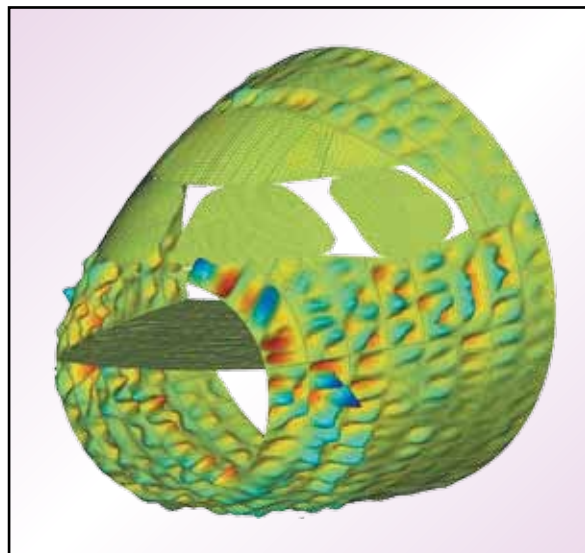


Рис. 4. Интенсивность шума в зоне кабины экипажа пассажирского лайнера (предоставлено Airbus)

Ужесточение конкурентной борьбы заставляет компании-производители принимать меры для сокращения сроков разработки своих изделий. В то же время значительную часть затрат времени на разработку нового изделия занимают его испытания, причем среди прочих видов тестов испытания на долговечность отличаются особенно большой длительностью, что определяет высокую заинтересованность компаний-производителей в компьютерном анализе долговечности машин.

Еще в 90-е годы MSC Software представила на рынке проблемно-ориентированный программный модуль MSC Fatigue, с помощью которого на базе результатов конечно-элементного расчета параметров напряженно-деформированного

состояния (НДС) компонентов изделия в среде препроцессора Patran выполняется оценка их долговечности в условиях динамического нагружения. Программный модуль MSC Fatigue успешно применяется во многих отраслях промышленности. Однако тенденция к применению расчетных моделей со все большей размерностью приводит к возникновению трудностей в оценке долговечности компонентов изделий, подвергающихся нагрузкам со сложной историей. Дело в том, что при сложной истории нагружения необходимо проводить расчет длительного процесса нагружения изделия, что приводит к созданию больших (а зачастую очень больших) файлов с

результатами расчета НДС и последующей их обработке в модуле MSC Fatigue. Обработка таких файлов занимает очень много времени даже при использовании мощной вычислительной техники. В ряде случаев задача в требуемой постановке оказывается нерешаемой, и приходится идти на ее упрощение, что, конечно же, нежелательно.

Характерным примером задач, при решении которых требуется учет сложных

историй нагружения большой длительности являются задачи оценки долговечности деталей и узлов транспортной техники (самолеты, автомобили, поезда, суда и др.). Длительность представительной реализации процесса нагружения компонента транспортной техники (то есть длительность процесса, с помощью которого можно адекватно оценивать процесс нагружения) составляет десятки секунд и даже минуты. При использовании расчетных моделей, включающих сотни тысяч или миллионы узлов, файлы с результатами расчета представительной реализации НДС (пробег самолета по взлетно-посадочной полосе, движение автомобиля по дороге) могут иметь размер в десятки и сотни гигабайт. Обработка таких файлов в

постпроцессоре может занимать десятки часов или несколько суток и даже быть невозможной.

В 2013 году компания MSC Software предложила новый проблемно-ориентированный модуль Nastran Embedded Fatigue (NEF). Сущность реализованного в нем нового подхода состоит в том, что модуль NEF работает непосредственно в среде MSC Nastran, и результатом работы новой версии MSC Nastran с модулем NEF является оценка долговечности исследуемого компонента изделия. Использование такого подхода исключает необходимость создания и хранения файлов с результатами расчета НДС компонента изделия и их трансляцию в графическую среду постпроцессора. Результатом вычислений с применением пакета MSC Nastran и модуля NEF является файл с результатами расчета долговечности, размерность которого намного меньше, чем промежуточные файлы, создаваемые и используемые при традиционном подходе к расчету долговечности. Кроме того, выполнение расчетной оценки долговечности непосредственно в среде MSC Nastran, выполняющего расчет НДС, обеспечивает возможность оптимизации свойств расчетной модели по критериям долговечности.

Опыт применения нового подхода к расчетной оценке долго-

вечности показывает его большую эффективность именно в областях, где имеется необходимость исследования больших расчетных моделей и длительных процессов нагружения (оценка долговечности рам и кузовов автомобилей, элементов планера и шасси самолетов и др.). Так, сравнение расчетов долговечности кабины магистрального тягача Navistar Heavy Duty Track (рис. 5) на ЭВМ с оперативной памятью размером 16 Гб с применением традиционного (MSC Nastran – Patran – MSC Fatigue) и нового (MSC Nastran + NEF) подходов показал, что суммарное время расчета сократилось с 118,79 минут до 24,55 минут (в 4,8 раза), а требуемый объем дискового пространства уменьшился в 5 раз. Очевидно, что при исследовании расчетных моделей с большей размерностью (например, конечно-элементных моделей планеров самолетов) эффективность применения MSC Nastran + NEF будет еще более значительной.

На протяжении всей своей истории MSC Software (в текущем году компании исполнилось 50 лет) разрабатывала и поставляла производителям ракет, самолетов, автомобилей, поездов, судов,



Рис. 5. Модель кабины магистрального тягача Navistar Heavy Duty Track

энергетического оборудования, оборонной техники компьютерные технологии для инженерного анализа разрабатываемых изделий, которые позволяли компаниям-пользователям повышать безопасность, технологичность и эксплуатационные качества своей продукции. Вывод на рынок новых программных продуктов – новый шаг MSC Software по совершенствованию методов инженерных расчетов с целью предоставить производителям сложной техники самые современные инструменты для решения все усложняющихся задач и обеспечения высокой конкурентоспособности их продукции.

По материалам компании
MSC Software

НОВОСТИ

Новая СХД HP с технологией data tiering

Компания HP представила ряд инновационных разработок в портфеле HP Converged Storage. Новинки призваны помочь клиентам улучшить отдачу от инвестиций в виртуализацию, сократить расходы и повысить гибкость своей виртуализированной инфраструктуры.

Одним из новшеств стала обновленная программно-определяемая (software-defined) СХД HP StoreVirtual Virtual Storage Appliance (VSA), предлагающая пользователям ряд новых воз-

можностей, в частности технологию automated storage tiering, работающую на уровне подтомов, а также улучшенную интеграцию с VMware и Microsoft. Кроме того, HP представила новые модели лицензирования, позволяющие пользователю приобрести только тот функционал, который ему нужен сейчас, и докупать нужное по мере необходимости.

По всему миру организации разного масштаба, от небольших отделений и филиалов до штаб-квартир крупных корпораций, а также поставщики облачных сервисов, все чаще выби-

рают программно-определяемые СХД, которые не зависят от аппаратного обеспечения и гипервизора. Эта технология позволяет использовать недорогие серверы стандартной архитектуры для построения высоконадежной инфраструктуры хранения.

СХД HP StoreVirtual VSA создана на основе ОС HP LeftHand и представляет собой первую в отрасли программно-определяемую систему хранения данных с функциями data tiering. Она оснащена ПО HP Adaptive Optimization, которое непрерывно анализирует

нагрузку и перемещает данные либо на высокопроизводительные накопители (например, SSD), либо на более экономичные (обычные HDD).

Это обеспечивает значительную экономию, так как заказчику нет необходимости использовать конфигурацию на основе одних только твердотельных дисков. Кроме того, HP Adaptive Optimization позволяет виртуализировать более старое серверное оборудование других производителей и использовать его в качестве дополнительного уровня хранения.