

Многодисциплинарный инженерный анализ на базе технологий MSC

Буквально во всех отраслях промышленности (от авиационно-космической до производства бытовой техники) наблюдается устойчивая тенденция расширения возможностей и повышения функциональных характеристик разрабатываемых изделий, в том числе за счет их усложнения. Это естественное следствие конкурентной борьбы за потребителя. Понятно, что чем сложнее изделие и чем шире его возможности, тем больше времени и средств необходимо на его разработку, испытания, доводку до требуемой надежности, тем дороже выполнение гарантийных обязательств. В то же время конкурентная борьба вынуждает предприятия при производстве новых изделий всемерно сокращать длительность цикла “разработка – испытания – доводка – запуск в производство”, что может привести к выпуску неконкурентоспособного изделия и/или чрезмерно повысить стоимость комплекса работ по выводу на рынок новой продукции.

Постоянно ведущиеся поиски путей разрешения противоречия между усложнением и удорожанием процесса разработки и запуска в производство новых изделий и необходимостью экономии времени и средств привели к массовому использованию компьютерного моделирования и инженерных расчетов при создании продукции самого разного применения. Отвечая на запросы предприятий-заказчиков, компании-разработчики компьютерного обеспечения предлагают в настоящее время широкий спектр программ для расчета и анализа изделий с определенных точек зрения (общая прочность, динамика, безопасность и т.п.).

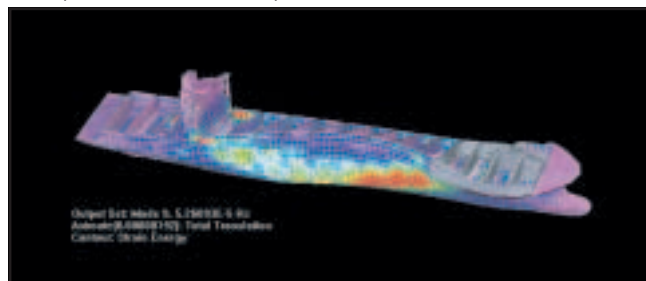


Решение задач инженерного анализа сложного изделия

Однако в последнее время между прогрессом в разработке все более совершенных компьютерных технологий инженерного анализа и вектором развития основных бизнес-процессов предприятий образовалось определенное несоответствие. Дело в том, что “разобоченность” программных систем для инженерно-

го анализа приводит к невозможности моделирования различных физических процессов и одновременного воздействия различных физических факторов, действующих на исследуемый объект. Данное обстоятельство не соответствует ожиданиям компаний-разработчиков наукоемкой продукции, делающих ставку на эффективное применение новейших технологий компьютерного моделирования и инженерного анализа.

Компания MSC.Software в течение более 40 лет разрабатывала и совершенствовала программные системы для различного типа расчетов: MSC Nastran (конечно-элементный пакет общего назначения), Marc (решение задач в полной нелинейной постановке), Dytran (анализ быстропротекающих процессов ударного нагружения изделия), Adams (виртуальное моделирование и расчет машин и механизмов) и др. Большая часть программных продуктов MSC является в настоящее время лидерами, а некоторые – стандартами де-факто в соответствующей области компьютерного моделирования и инженерного анализа.

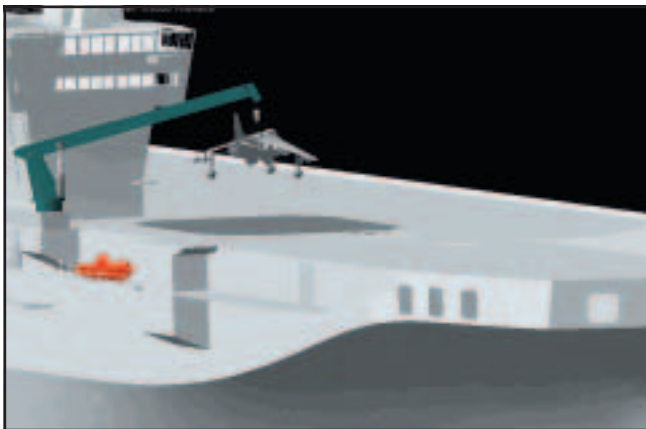


MSC Nastran успешно применяется в различных отраслях промышленности

Так, например, специалисты-расчетчики всего мира хорошо знают и применяют главный продукт MSC – программный пакет MSC Nastran. MSC Nastran обеспечивает полный набор расчетов, включая линейные и нелинейные статические и динамические расчеты, расчет собственных частот и форм колебаний, расчет устойчивости, расчет установившихся и переходных процессов, решение задач теплопередачи и др. Расширенные функции включают технологию суперэлементов (включая подход Крейга–Бамптона), возможности расчета характеристик работы конструкций из композиционных материалов, анализ динамики систем с учетом гироскопических эффектов и т.д. В области космической деятельности, где обмен информацией о динамических характеристиках компонентов ракетно-космической системы – обычная практика сотрудничества предприятий-партнеров и где в то же время требование сохранения конфиденциальности является неременным условием международ-

ного сотрудничества, MSC Nastran является общепринятым, стандартным инструментом инженерного анализа.

Известный во всем мире программный пакет Adams – стандарт де-факто в области виртуального моделирования и инженерного анализа сложных машин и механизмов. Adams используется для виртуального моделирования и инженерного анализа механических, гидромеханических и электромеханических устройств: автомобилей и самолетов, железнодорожной техники и космических аппаратов и т.д. Наряду с широким набором универсальных опций (кинематических связей, упругих и диссипативных звеньев, нагрузок и кинематических воздействий), Adams включает также проблемно-ориентированные модули, обеспечивающие точное и быстрое моделирование таких сложных объектов, как автомобили и двигатели внутреннего сгорания, гусеничная техника и системы управления и устройства с различными принципами действия.

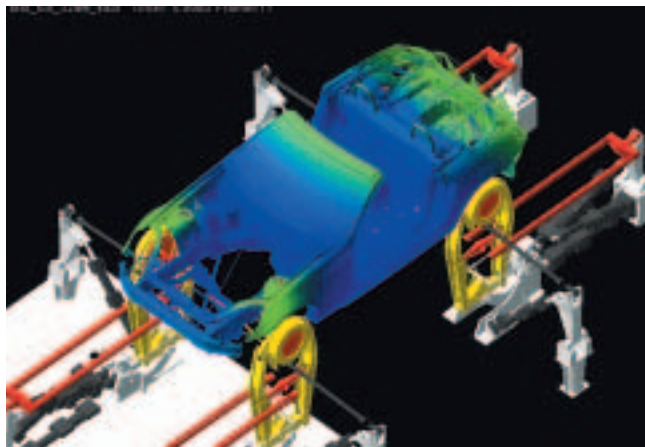


Виртуальное моделирование грузовой операции в условиях качки корабля

Широко известный программный комплекс Marc позволяет проводить комплексный расчетный анализ конструкций, одновременно подвергающихся воздействию кинематических, силовых и тепловых нагрузок, больших перемещений и деформаций, характеризующихся нелинейными свойствами материалов и сложным контактным взаимодействием. Пакет Marc используется по всему миру в аэрокосмической, автомобильной, металлургической, шинной, электронной промышленности, на предприятиях военно-промышленного комплекса и т.д.

Программные пакеты MSC Nastran, Adams и Marc (как и другие программные комплексы MSC.Software) разрабатывались и совершенствовались в течение длительного времени, с привлечением значительных ресурсов и являются весьма эффективными инструментами инженерного анализа в соответствующей (“своей”) области. Однако в настоящее время этого недостаточно: компании-разработчики сложных изделий настаивают на интеграции различных программных систем, с тем чтобы выполнять многодисциплинарный инженерный анализ, уменьшая, по возможности, затраты на разработку, согласование и поддержание расчетных моделей, ориентированных на различные программы-решатели, а также минимизируя риски, связанные с потерей и некорректным использованием информации (исходных данных) при различных типах расчетов.

Первые шаги к интеграции программных инструментов, построенных на разных математических подходах, были предприняты в компании более 10 лет назад. Например, были разработаны подходы к интеграции конечно-элементного пакета MSC Nastran и пакета Adams, в основе которого лежит представление исследуемого объекта в качестве многомассовой системы с нелинейными связями. Разработанный интерфейс обеспечивает экспорт конечно-элементной модели упругого компонента изделия из программного пакета MSC Nastran и “встраивание” ее в расчетную модель пакета Adams. Расчет, выполненный с применением модели, учитывающей упругие свойства податливых компонентов конструкции, обеспечивает получение результатов, сопоставимых с экспериментальными, полученными на физических образцах изделия. В то же



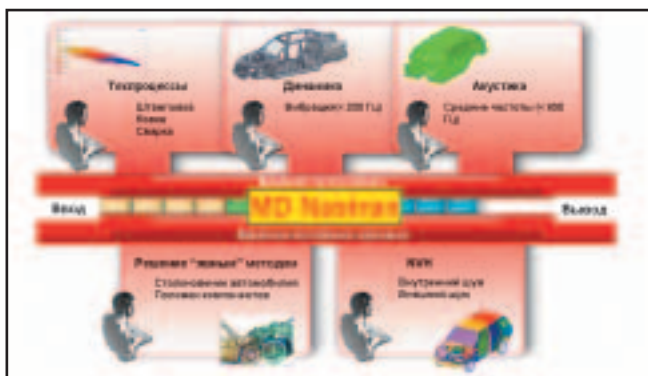
Компьютерное моделирование испытаний (кузов – упругий)

время компьютерное моделирование существенно дешевле и требует меньших затрат времени по сравнению с изготовлением и испытаниями физического прототипа изделия. Использование такой технологии позволило ввести в практику работы предприятий термин “виртуальные испытания” (virtual tests).

Однако, как указывалось выше, времена меняются, и сама жизнь выдвигает новые требования. Одним из таких требований является внедрение в практику работы проектировщиков многодисциплинарных расчетов и всемерное ускорение процесса инженерного анализа: расчеты должны выполняться в темпе проектирования (хорошо известно, что в настоящее время инженеры-расчетчики часто не успевают анализировать новые конструктивные решения, которые в большом количестве “генерируют” инженеры-проектировщики). Решить проблему повышения “производительности” расчетных служб можно прежде всего путем экономии времени за счет исключения подготовки **разных** расчетных моделей для **разных** расчетных пакетов, ориентированных на выполнение **разных** типов анализа. То есть речь идет о разработке и выводе на рынок компьютерной системы, обеспечивающей многодисциплинарный анализ на базе единой расчетной модели.

Компания MSC.Software прикладывает большие усилия для реализации идеи компьютерной системы многодисциплинарного инженерного анализа на базе единой расчетной модели. Объединяя лучшие возможности своих программных пакетов, MSC.Software разработала программную систему нового поколения, основой ко-

торой является решатель MD Nastran (Multi-Disciplinary Nastran – многодисциплинарный Nastran).



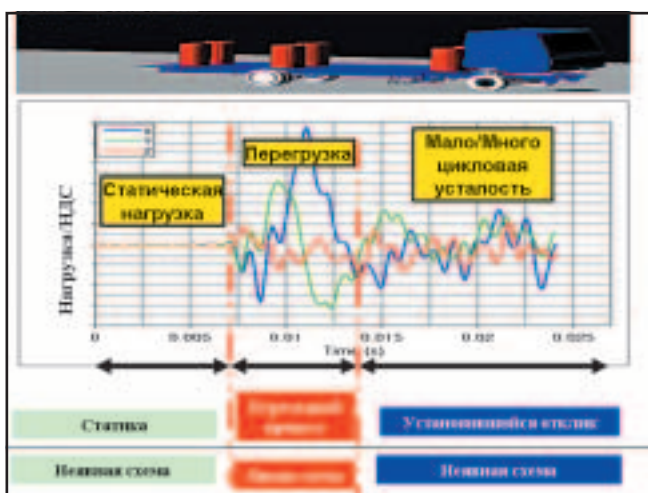
Многодисциплинарный инженерный анализ

MD Nastran объединяет в себе функциональность своего предшественника MSC Nastran (который компания MSC Software продолжает совершенствовать и предлагать своим заказчикам), а также ряд новых возможностей:

- ▶ конечно-элементный анализ на базе явного метода интегрирования;
- ▶ усовершенствованные технологии расчетов в нелинейной постановке;
- ▶ внешнеакустические расчеты и др.

Конечно-элементный анализ на базе явного метода интегрирования в MD Nastran реализован с использованием алгоритмов хорошо известного программного пакета LS-DYNA. В настоящее время в рамках конечно-элементного анализа на базе явного метода интегрирования в MD Nastran доступны следующие возможности:

- ▶ “классический” структурный анализ (моделирование быстропротекающего нагружения конструкции, включая ее разрушение);



MD Nastran: “стыковка” режимов нагружения конструкции и методов решения

- ▶ моделирование взаимодействия конструкции и жидкости (газа), например, моделирование работы подушки безопасности;
- ▶ анализ собственных колебаний изделия на базе компьютерного моделирования эксперимента с ударным возбуждением колебаний в конструкции (Time Domain NVH);
- ▶ моделирование работы конструкции с учетом ее преднагружения (которое, в свою очередь, модели-

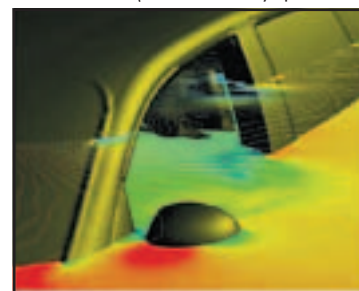
руется неявным решателем той же программы MD Nastran) и др.

В MD Nastran дальнейшему усовершенствованию (по сравнению с MSC Nastran) подверглись технологии решения нелинейных задач неявным методом. Здесь необходимо отметить, что компания развивает как “традиционные” алгоритмы, существовавшие в MSC Nastran на протяжении длительного времени, так и сравнительно новый подход, заключающийся в использовании “встроенного” решателя Marc.

Обращение как к решателю на базе LS-DYNA, так и к решателю Marc выполняется по следующей схеме: описание расчетной модели в формате MD Nastran с помощью внутреннего транслятора преобразуется в формат LS-DYNA или Marc, а затем инициализируется запуск соответствующего решателя, который и обрабатывает описание модели в “своем” формате. Ценность такого подхода состоит в том, что на предприятии разрабатывается единая расчетная модель, использование которой для того или иного решения регулируется соответствующим параметром во входном файле. Понятно, что разработка, отладка и поддержка одной расчетной модели (в частности, внесение в нее изменений в ходе изменения конструкции изделия) предполагает задействование существенно меньших ресурсов, нежели нескольких моделей в разных форматах.

Необходимо также особо отметить, что описанные выше явный решатель MD Nastran и “встроенный” в MD Nastran решатель Marc отличаются высокой эффективностью распараллеливания счета на многопроцессорном компьютерном кластере, что существенно способствует реализации идеи “инженерный анализ в темпе проектирования”.

Новым в MD Nastran является возможность решения внешнеакустических задач (задачи внутренней акустики “по плечу” и MSC Nastran). Алгоритмы решения таких задач базируются на технологиях программного пакета MSC. Actran, совместно созданного компаниями MSC Software и Free Field Technology (FFT – Бельгия).



Решение акустической задачи в MD Nastran

MD Nastran – это многодисциплинарный решатель, основной компонент системы конечно-элементного анализа, однако современный подход к инженерным расчетам предполагает также обязательное использование программы пре- и постпроцессора, без которой невозможно разрабатывать современные конечно-элементные расчетные модели и анализировать полученные результаты. Для решения этой задачи компания MSC Software разработала и предлагает программный комплекс MD Patran, который поддерживает все возможности комплекса MD Nastran.

Выше были рассмотрены возможности многодисциплинарного инженерного анализа, реализуемого на базе конечно-элементных технологий MSC Software. Наряду с

ними компания продолжает также развитие своих программ, основанных на других математических подходах (например, Adams и Easy5). MSC Software анонсировала и последовательно претворяет в жизнь планы создания интегрированной программной среды сквозного виртуального моделирования, анализа и оптимизации продукции – MSC SimXpert.



MSC SimXpert – среда многодисциплинарного моделирования и анализа

MSC SimXpert содержит набор полнофункциональных настроек программной среды – workspace (“рабочее пространство”), нацеленных на решение задач в определенной области знаний:

Advanced Structure (линейный и нелинейный, статический и динамический анализ конструкции, расчет собственных форм и частот колебаний конструкции, анализ потери устойчивости, частотный отклик, анализ переходных процессов, двумерный и трехмерный контакт жестких и упругих тел и т.д.); Advanced Motion (моделирование машин и механизмов, выполнение статического, квазистатического и динамического расчетов и т.д.); Advanced Thermal (ана-

лиз процессов теплопередачи); Advanced Crash (оценка безопасности конструкции – решение задач анализа конструкции явным методом с учетом существенно нелинейных факторов).

MSC SimXpert имеет открытую расширяемую архитектуру. Набор workspace может быть расширен пользователем путем подключения к SimXpert в качестве решателей как собственных программных систем, так и программных систем сторонних разработчиков.

В качестве основного решателя для MSC SimXpert рассматривается MD Nastran, в который будут интегрироваться все новые и новые возможности для выполнения виртуального моделирования и инженерного анализа (кинематика, долговечность и т.д.).

Таким образом, MSC Software практически реализует идею многодисциплинарного инженерного анализа на базе единой расчетной модели. Внедрение такого подхода и технологий MSC Software в компаниях-разработчиках высокотехнологичной продукции обеспечит создание функциональных, надежных изделий, а самим предприятиям – конкурентоспособность и рыночный успех.

Дополнительную информацию технического и коммерческого характера можно получить по телефону (495) 363-06-83.

**С. А. Сергиевский, менеджер по развитию бизнеса,
MSC Software Corporation
sergey.sergievskiy@mscsoftware.com**



18 октября 2007 г. 9-я ежегодная конференция SolidWorks в России

**Демонстрация новейших версий
программных продуктов семейства
SolidWorks 2008**

Спонсор конференции:



**Оргкомитет конференции: (495) 995 80 32, 937 19 45
e-mail: conf2007@solidworks.ru
www.solidworks.ru**

MSC Software

MSC Software Corporation это:

- более чем 40-летний опыт работы в области CAE-технологий;
- более 1200 сотрудников, работающих в 50 офисах в 23 странах;
- крупнейший разработчик систем инженерного анализа и виртуального моделирования, использование которых обеспечивает
 - ✓ создание изделий с заданными потребительскими качествами, безопасностью, надёжностью, экономичностью;
 - ✓ сокращение цикла "проектирование-доводка-запуск в производство" новых изделий различных отраслей промышленности



MSC Software Corporation предлагает:

- Компьютерные системы MD Nastran, MD Patran, MD Adams, MSC Nastran, Patran, Adams, Marc, Dymola, Sofy, Easy5, Fatigue, Mission и др., обеспечивающие виртуальное моделирование, инженерный анализ (расчёты параметров прочности, динамики, безопасности, акустических характеристик, технологичности изделий и др.) и оптимизацию сложных научных конструкций в ракетно-космической, авиационной, автомобильной, судостроительной, оборонной, медицинской промышленности, в транспортном машиностроении, и производстве товаров народного потребления и других отраслях промышленности;
- Комплекс программных систем MSC SimEnterprise (MSC SimDesigner, MSC SimXpert, MSC SimManager, MD Nastran) – Единую Интегрированную Систему моделирования, анализа и оптимизации продукции, а также накопления и систематизации знаний и опыта работ в рамках Предприятия;
- Различные типы лицензии на свои программные продукты, в том числе "жетонную" систему лицензирования MSC MasterKey, использование которой предоставляет предприятиям доступ к широкой набору компьютерных систем инженерного анализа по цене лишь нескольких из них;
- Обучение пользователей и поддержку эксплуатации своих программных продуктов;
- Специализированные научно-технические семинары в России и за рубежом;
- Ежегодный конференция пользователей систем MSC

MSC Software Corporation. Постоянное представительство в СНГ
123056, г. Москва, ул. Зоологическая, д. 26, строение 2
Тел.: (495) 363-06-83, 254-57-10 Факс: (495) 767-76-06
www.msccsoftware.com, www.msccsoftware.ru