

MSC Software: виртуальная разработка конструкций из композиционных материалов

Успешными в современной глобальной экономике будут лишь те компании которые смогут быстро реагировать на изменения запросов потребителей, использовать новые возможности и постоянно повышать эффективность своей работы, в том числе и за счет активного внедрения инновационных технологий компьютерного моделирования, анализа и оптимизации выпускаемых изделий. Тенденции развития современной техники диктуют жесткие требования к параметрам как самой конструкции, так и всего изделия в целом. Одним из важных требований к конструкции является минимизация ее массы. При этом необходимо решить задачу, как при уменьшении массы конструкции сохранить ее прочностные характеристики. Усовершенствование традиционных материалов и технологий зачастую не дает большого эффекта, но требует значительных материальных и временных затрат. Поэтому наиболее перспективным видится использование современных технологий и композиционных материалов (КМ), свойства которых формируются на стадии их проектирования и изготовления.

Интенсивное внедрение КМ при разработке конструкций (рис. 1) требует построения расчетных моделей и методов, учитывающих особенности структуры и поведения этих материалов. К числу таких особенностей относятся анизотропия, слоистый характер и сравнительно низкая прочность и жесткость в направлениях, не совпадающих с направлением армирования. В совокупности эти особенности существенно усложняют построение расчетных моделей.

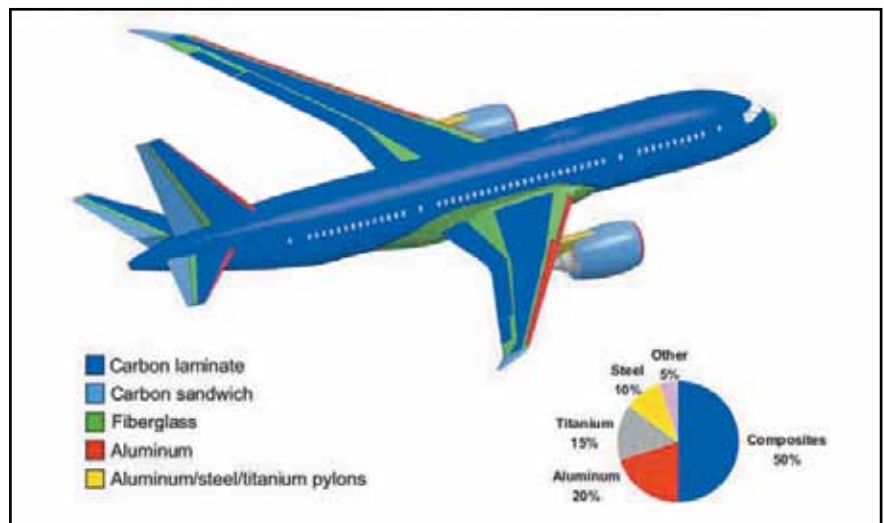


Рис. 1. Boeing 787 Dreamliner (2009 г.): 50 % композитов по весу, 80 % композитов по объему

В то же время разработка конструкций с применением только натуральных испытаний особенно затруднена в случае использования композиционных материалов. Поэтому необходимо применять современные методы компьютерного моделирования и интегрированный комплекс систем высокого уровня для проведения подробных расчетов прочности, устойчивости, долговечности, разрушения, динамического поведения, теплопередачи и т. д. Для решения всех этих задач в процессе создания конкурентоспособной продукции компания MSC Software предлагает своим пользователям самые передовые технологии.

Это в первую очередь программный комплекс **MSC Nastran** – конечно-элементный решатель общего назначения, в котором реализованы специальные возможности по выполнению расчетов с учетом особенностей композиционных материалов (в том числе с учетом числа слоев, их ориентации, толщины,

характеристик материалов волокна и матрицы). Особенно эффективно эти возможности реализуются при использовании MSC Nastran в сочетании со специальным модулем программного комплекса Patran – **Patran Laminate Modeler**, обеспечивающим быструю подготовку высококачественных конечно-элементных моделей конструкций из композиционных материалов и эффективную обработку результатов.

Patran Laminate Modeler проводит расчет свойств конечных элементов, расположенных в различных областях модели с криволинейной поверхностью. В процессе укладки выкройки КМ на поверхность криволинейной формы происходит деформация материала с последующим отклонением волокон от начального направления. Это приводит к изменению свойств конструкции. Степень отклонения волокна зависит от степени кривизны поверхности, способ укладки материала на форму и свойств материала.

С помощью Patran Laminate Modeler рассчитывается угол отклонения волокон от первоначального направления (рис. 2), с учетом которого выполняется корректировка свойств конечных элементов в каждой точке на поверхности формы.

Patran Laminate Modeler обеспечивает выполнение экспорта муляжей, выкроек и моделей технологического оборудования (пресс-формы). Кроме этого проводится подготовка расчетной модели, визуализация результатов расчета и экс-

порт справочника по тому, что было смоделировано (Ply Book).

Программный комплекс **Marc** позволяет проводить исследование не только традиционных слоистых композитов, но предоставляет также возможность моделировать одномерные, двумерные и трехмерные модели из КМ с учетом их существенно нелинейного поведения, включая моделирование клеевого соединения, расслоения и разрушения конструкций из КМ (рис. 3, 4). В Marc реализована технология виртуального закрытия трещины (VCST), которая позволяет моделировать развитие трещин в конструкциях, в том числе и поперек композиционных пакетов. В сочетании с глобальной перестройкой конечно-элементной сетки в процессе расчета эта технология позволяет с высокой степенью достоверности моделировать рост и развитие трещин. При необходимости к этой технике можно подключить автоматическую генерацию когезивных элементов для учета свойств клея (рис. 5).

Большинство этих возможностей также включены в состав MSC Nastran при использовании последовательности решения SOL 600.

Программный комплекс **Digmat** предназначен для нелинейного многоуровневого моделирования композиционных материалов (рис. 6). Digmat – это виртуальная лаборатория для моделирования композиционных материалов и изделий из них. Технология моделирования композитов в Digmat опирается на микромеханические подходы для точного предсказания поведения сложных многокомпонентных материалов и преодолевает разрыв между производственным процессом, разработкой материала и конечно-элементным расчетом. Digmat обеспечивает получение тепловых, электрических, прочностных и теплопрочностных характеристик многофазных материалов. Кроме этого, возможно получение необходимых характеристик для проведения расчетов на разрушение, ползучесть и усталость.

Компьютерные технологии MSC Software обеспечивают сегодня не только самый широкий спектр инженерных расчетов, таких как анализ прочности, динамики, кинематики, теплопередачи, акустики, аэроупру-

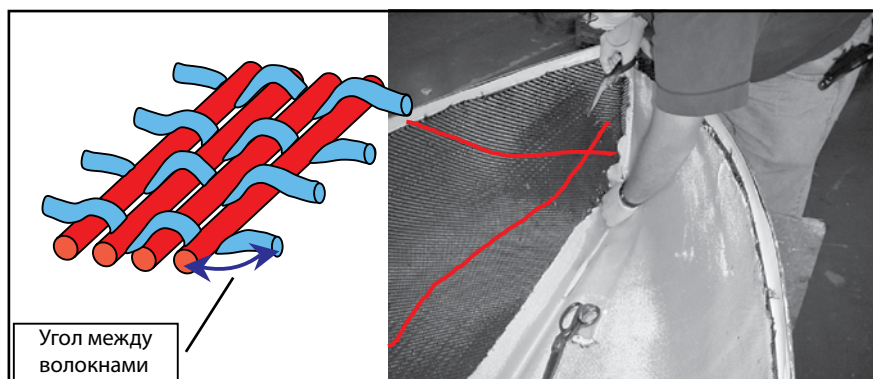


Рис. 2. Расчет угла отклонения волокон от первоначального направления с помощью Patran Laminate Modeler

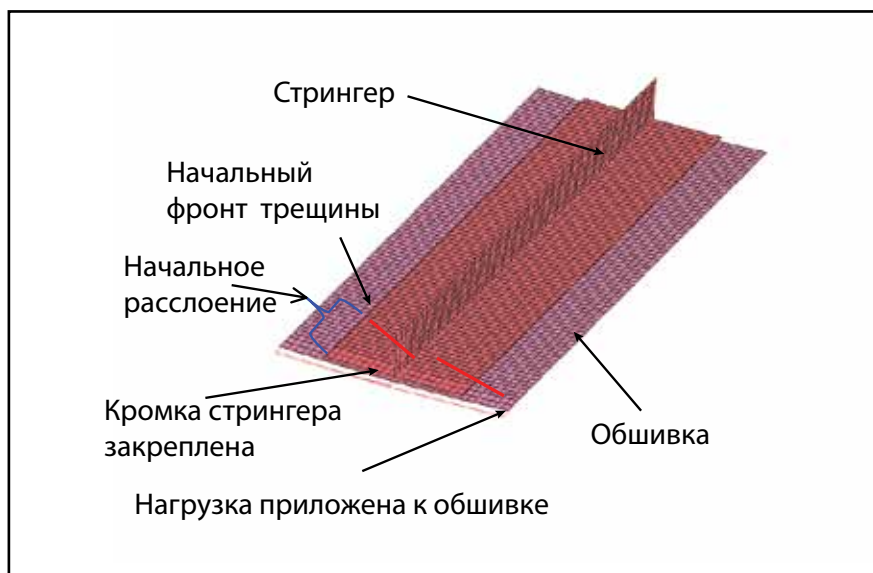


Рис. 3. Моделирование разрушение клеевого соединения

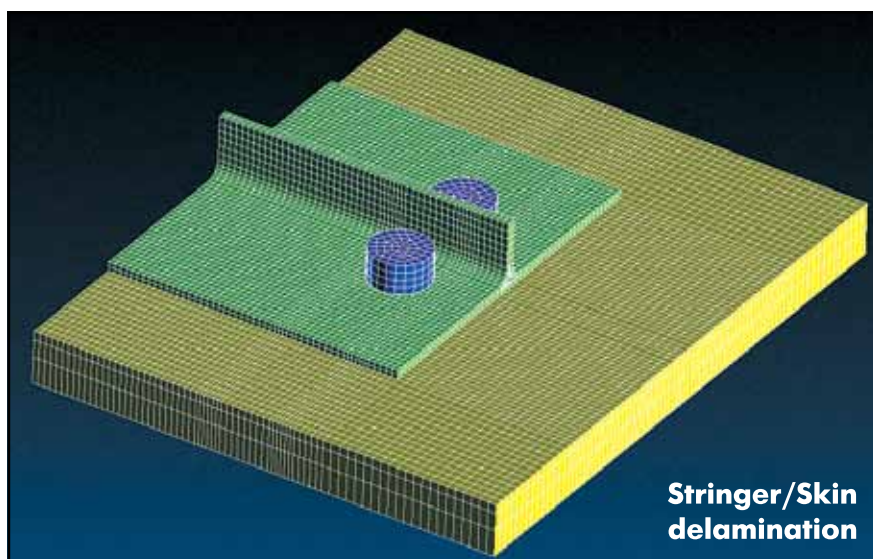


Рис. 4. Расслаивание под нагрузкой стрингера, приклеенного к обшивке

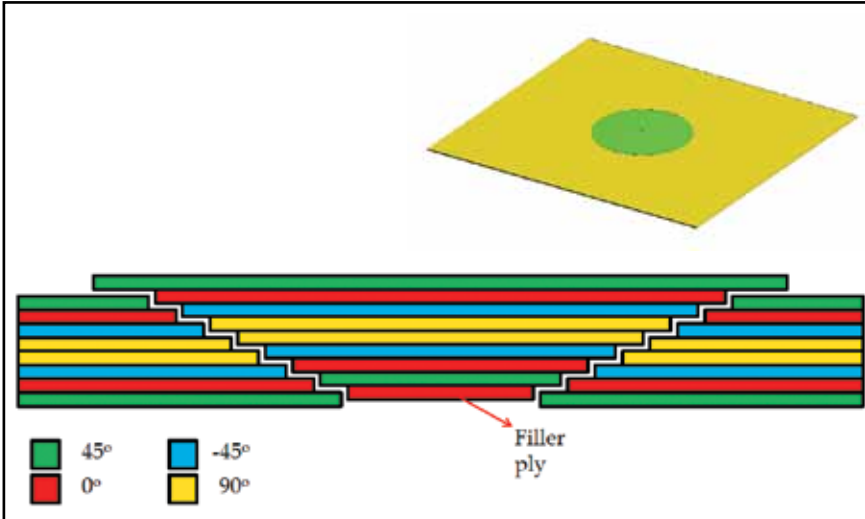


Рис. 5. Ремонт вполунахлест с использованием когезивных элементов

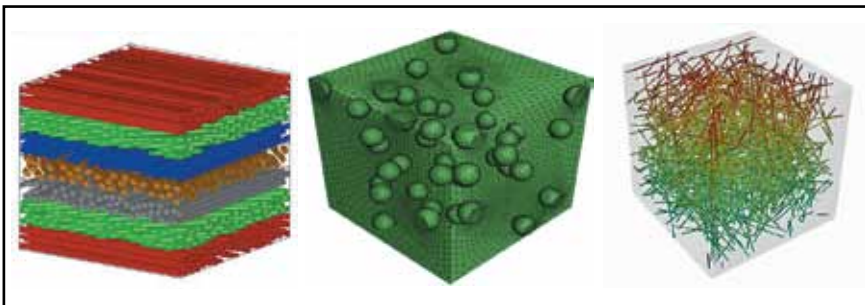


Рис. 6. Моделирование КМ в DIGIMAT

гости, долговечности, ресурса и т.д., но также позволяют виртуально моделировать технологические процессы изготовления, сборки изделий и их работу в условиях реальной эксплуатации. Организация единого процесса виртуального моделирования, анализа и оптимизации продукции из КМ в рамках всего предприятия позволяет значительно сократить сроки выпуска конкурентоспособной и надежной продукции при значительном сокращении затрат и увеличении прибыли.

Компании, применяющие такие технологии, экономят значительные средства и время на всех этапах жизненного цикла изделия. Воспользовавшись предложениями MSC Software, предприятие сможет выйти на принципиально новый уровень разработки, производства и сопровождения конкурентоспособной продукции, который гарантирует высокую отдачу от вложенных средств.

**Эдуард Князев, руководитель
технического отдела,
ООО "Эм-Эс-Си Софтвэр РУС"**



ВЕДУЩИЕ
РЕГИОНАЛЬНЫЕ
ВЫСТАВКИ

Официальная поддержка



Администрации г. Екатеринбурга



Союз Машиностроительных
предприятий
Свердловской области



24-26 сентября 2014
Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»

11-я Международная специализированная выставка металлообрабатывающего оборудования, материалов, комплектующих и услуг для машиностроения

**Металлообработка. Урал
UralMetalExpo 2014**

Организаторы



Deutsche Messe

Москва тел.: +7 (495) 921-4407 | e-mail: metal@rte-expo.ru
Екатеринбург тел.: +7 (343) 310-3250 | e-mail: metal@rte-ural.ru

WWW.URALMETALEXPO.RU