



CATIA Composites

From Black Art to Industrial Discipline

РЕШЕНИЯ DASSAULT SYSTEMES

ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

От авиационных обтекателей к аэродинамическим формам скоростных поездов, корпусам яхт и лопастям ветряных двигателей композиты предлагают уникальные возможности, чтобы удовлетворить возрастающие экономические и экологические требования рынка. Изделия из композиционных материалов все более широко применяются в различных сферах жизни и активно внедряются во многих отраслях промышленности. Они могут сочетать в себе комплекс свойств, характеризующих традиционным материалам. При этом конструктор получает возможность проектирования интегральной конструкции сложной геометрической формы, тем самым сокращая номенклатуру деталей. Характеристики будущего изделия можно моделировать в процессе проектирования изделия, учитывая взаимное влияние геометрических, технологических параметров и свойства составляющих материалов.

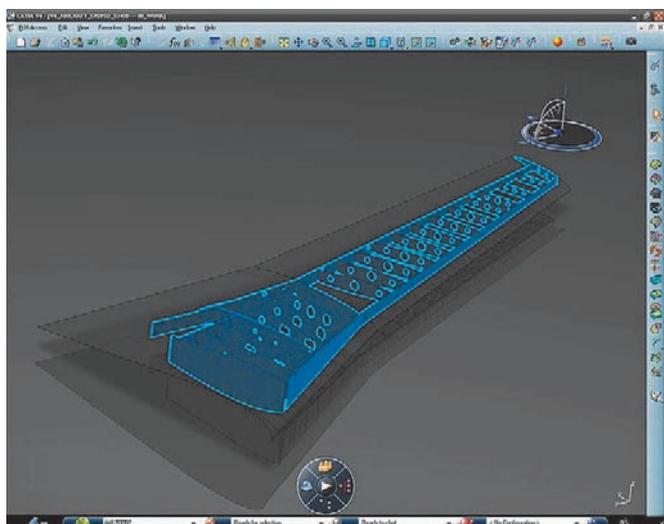
■ ПРОЧНЕЕ И ЛЕГЧЕ

Ультралегкие, обладающие высокой прочностью и устойчивостью, композиты идеально подходят для производства легких конструкций с широкими технологическими возможностями. Тем не менее разработка и массовое производство сложных де-

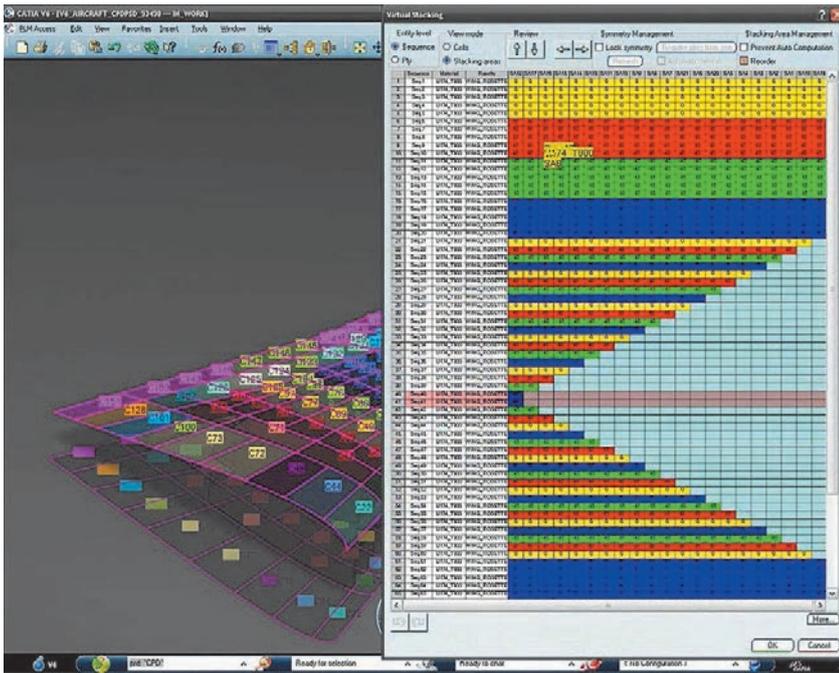
талей из композиционных материалов остается трудоемким и дорогостоящим процессом.

Традиционные решения для композитов охватывают проектирование, анализ и производство композитных деталей в трудозатратном последовательном варианте, без распараллеливания процессов, с большим объемом ручных операций. Решения Dassault Systemes широко используются крупнейшими проектировщиками и производителями самолетов и вертолетов, командой Formula 1, проектировщиками и строителями яхт, компаниями, лидирующими в своих отраслях. Полный набор технологических решений Dassault Systemes, ориентированных на проектирование, моделирование и производство композитных конструкций на одной виртуальной площадке, помогает компаниям:

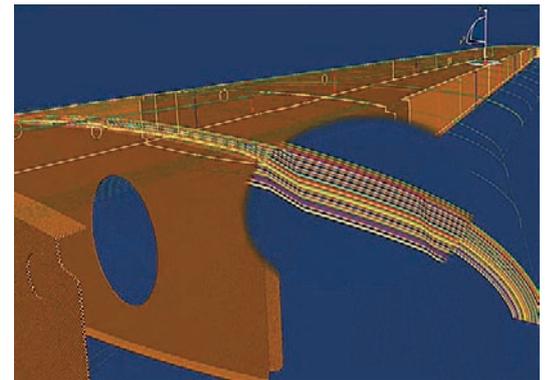
- ♦ развивать производство композитов, контролируя себестоимость продукции;
- ♦ сокращать время каждого этапа жизненного цикла изделия — от начала проектирования, конструкторско-технологической подготовки, производства изделия до эксплуатации и утилизации;
- ♦ управлять огромным количеством данных, большим количеством спецификаций и сотнями слоев композиционных материалов в процессе проектирования и производства;
- ♦ оптимально проектировать детали по многим критериям, снижая материалоемкость, стоимость проекта, обеспечивая минимальный вес и необходимую прочность;
- ♦ выполнять сложный трудоемкий дизайн изделий из композиционных материалов, обеспечивая высокую технологичность выпускаемой продукции, с учетом производственных ограничений;



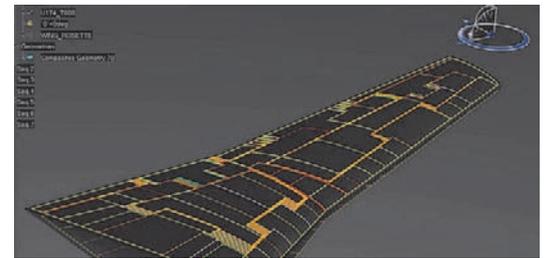
Проектирование в контексте сборки с учетом ограничений



Виртуальная схема армирования



Автоматическая генерация слоев



Разбивка на зоны

- ♦ эффективно организовать взаимодействие различных коллективов, способствовать параллельному проектированию и производству, управлять многочисленными взаимодействиями между конструкторами и технологами, исключая ошибки и потери времени.

Комплексное PLM-решение Dassault Systemes для композитов разработано в сотрудничестве с лидерами отраслей, на единой платформе, сочетает функциональные возможности CATIA для определения виртуальной продукции, SIMULIA — для виртуального тестирования, DELMIA — для виртуального производства и передовые специализированные решения от обширной сети высококвалифицированных партнеров CAA — разработчиков приложений к программным продуктам DS. Это является основой постоянного развития технологий использования композитов и обеспечивает современные потребности общества, в том числе снижение рисков и затрат, связанных с развитием композитных конструкций.

САПР CATIA занимает центральное место и предоставляет единую среду для проектирования композитных конструкций, решая широкий спектр проектных задач, в том числе:

- ♦ полное определение изделия от концептуального проектирования до рабочего проекта и подготовки производства;
- ♦ интеграции расчетных, компоновочных и производственных требований на ранней стадии проектирования путем предоставления выделенных функциональных контекстов;
- ♦ сотрудничество между кросс-функциональными командами благодаря мощным механизмам синхронизации;
- ♦ проектирование с использованием технологии знаний (knowledgware), что обеспечивает параметризацию геометрических моделей, использование аналитических расчетов и специфических методик.

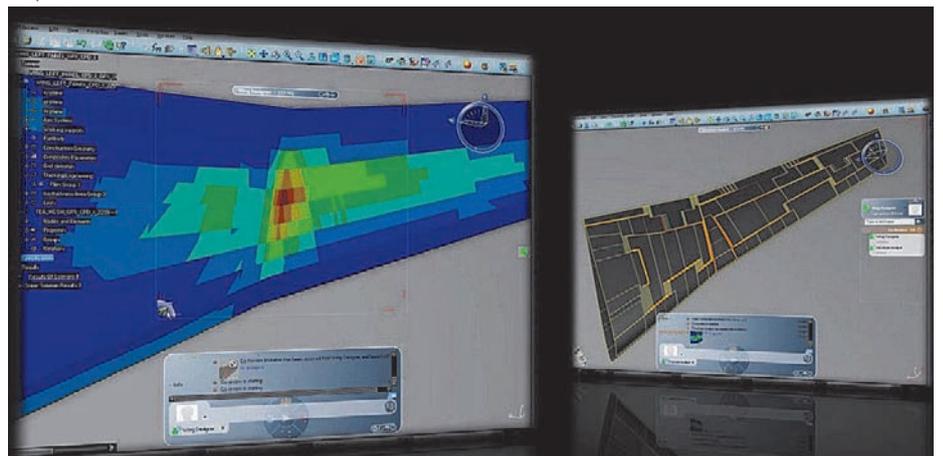
SIMULIA предоставляет расширенные средства моделирования и специфические методики оптимизации конструкций из композиционных материалов, увеличения объема виртуального тестирования, значительно уменьшает зависимость проекта от физического тестирования, согласуя нормативные и конкурентные требования к изделию.

DELMIA поставляет цифровые возможности производства от проектирования до проверки технологических процессов на основе моделирования, планирования производственных процессов.

DS также поддерживает и развивает партнерские отношения с лидерами рынка поставщиков материалов и специального оборудования для производства изделий из композиционных материалов — от ручной выкладки и RTM до автоматизированной выкладки полос и намоточных процессов.

Целью DS PLM, интегрированной среды для композитов, является предоставление уникальных возможностей для конструктора при работе в функциональном контексте, чтобы получить точную обратную связь от моделирования и изготовления и даже предвидеть и предотвращать проблемы на ранних стадиях процесса.

Итерационный ассоциативный дизайн-анализ





Автоматизированное проектирование и управление жизненным циклом изделия



ENOVIA обеспечивает новый уровень цифрового 3D-сотрудничества в организациях любого размера и управляет жизненным циклом продукции любой сложности.



CATIA - решение, обеспечивающее исключительное качество проектирования всем компаниям, от изготовителей наукоемкой продукции и их поставщиков до небольших предприятий.



DELMIA - ключевой инструмент, обеспечивающий среду цифрового производства и позволяющий оптимизировать производственные системы и процессы.



SIMULIA - многодисциплинарные решения задач инженерного анализа и PLM-решения для управления данными имитационного моделирования

«НПО Солид» Украина 03680, Киев пр. Космонавта Комарова, 1
Тел.: (044)408-35-85, e-mail: plm@solid.kiev.ua http://www.solid.kiev.ua

Портфолио CATIA предлагает линейку продуктов для проектирования изделий из композиционных материалов, решающих как весь комплекс задач проектирования, так и подмножество задач.

Обозначение	Наименование
CD3	CATIA — COMPOSITE DESIGN 3 Configuration
CFM	CATIA Composites Fiber Modeler 2 Product
CPB	CATIA — COMPOSITES BRAIDED PART Product
CPE	CATIA — COMPOSITES ENGINEERING 2 Product
CPM	CATIA — COMPOSITES DESIGN for MANUFACTURING 2 Product
CPR	DMU COMPOSITES REVIEW 2 Product
CDE	Composites Design Engineering
CMF	Composites Manufacturing Preparation

CATIA Composites Design (CPD) предлагает специальный дизайн в среде контекста, чтобы убедиться, что детали соответствуют прочностным ограничениям (контекст анализа), могут быть изготовлены (технологический контекст) и собраны (контекст сборки).

Наряду с выделенной инфраструктурой для сбора и хранения соответствующей информации внутри проектной среды, CPD обеспечивает выделенные функции создания и изменения для каждого контекста, а также возможности моделирования для того, чтобы дизайнер мог проверить, как деталь ведет себя при нагрузках или в процессе сборки.

При проектировании изделий из композиционных материалов конструктор решает задачи определения оптимальной структуры слоев и зон армирования. Эти результаты служат исходными данными для прочностных расчетов и технологической подготовки производства для ручной или машинной укладки материала.

В процессе проектирования решаются следующие задачи:

- ♦ формирование структуры слоев;
- ♦ разработка твердотельной модели;
- ♦ уравнивание слоев относительно нейтрального слоя;
- ♦ анализ слоев на корректность облегчения оснастки и формирование подрезов при возникновении складок;
- ♦ разделение слоя на ленты в проблемных для выкладки местах;
- ♦ формирование сотовых заполнителей;
- ♦ генерация разверток слоев;
- ♦ массово-инерционный анализ конструкции;
- ♦ выпуск рабочей документации

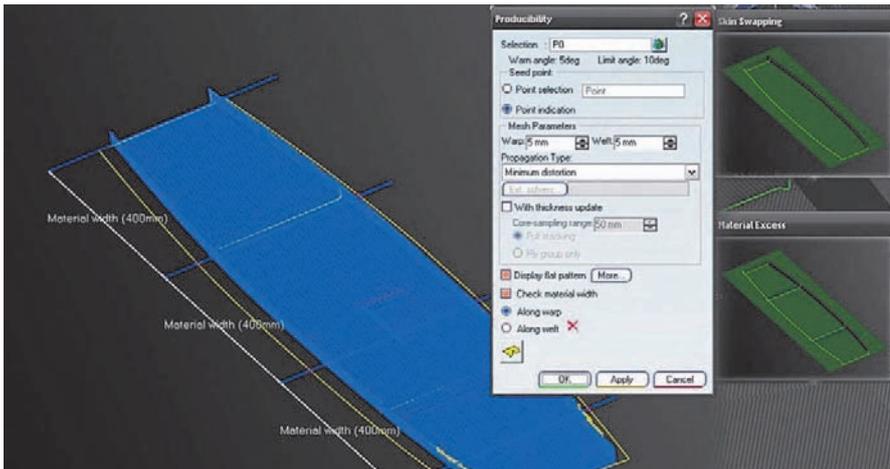
CPD позволяет создавать библиотеки материалов различных типов (изотропные, ортотропные и пр.) и заданием свойств: плотности, прочностных характеристик, текстур, штриховки.

Описание детали опирается на набор базовых поверхностей, на которых кривыми даются границы слоев или зон армирования. Исходными данными для начала проектирования являются Базовая поверхность и границы зон постоянного армирования, данные из библиотеки материалов, проектировочные расчеты.

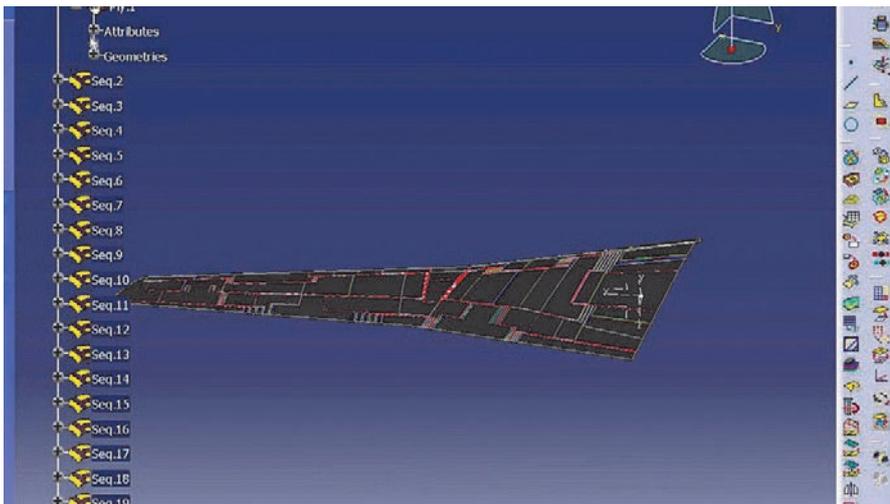
Возможно как ручное, так и автоматическое формирование структуры слоев. Ручное формирование целесообразно применять к деталям с постоянным армированием.

Для проектирования деталей, имеющих несколько участков с различным армированием, применяют метод задания слоистой структуры по зонам. Каждая зона несет в себе информацию о границах, количестве и ориентации слоев из каждого применяемого материала. Зоны соединяют зонами переходов. Далее становится возможным сгенерировать твердое тело детали, поверхность по слоям и сгенерировать слоистую структуру.

При автоматическом формировании система по исходным данным генерирует слоистую структуру, где каждый слой, имеет геометрию, ориентацию волокон и материал. Система автоматически



Проектирование нервюры крыла



Проектирование панелей крыла

исключает взаимное пересечение слоев. В стандартном представлении все слои лежат на базовой поверхности, но возможно разнести их по глубине или сформировать из них твердотельное представление для чертежа или компоновочного макета.

Слоевая структура может автоматически быть представлена в симметричном виде относительно нейтрального слоя. Вкладыши и сотовый наполнитель формируются в виде твердых тел.

Для каждого слоя может быть получена развертка, причем для ее получения обязательна процедура проверки на возможность укладки без образования складок и разрывов. Для проблемных мест можно выполнить надрезы слоя. Для остальных мест возможно разделить слой на ленты и проверить каждую из них на корректность укладки.

Полученная структура может быть автоматически перенесена на технологическую поверхность (поверхность, учитывающая деформации детали при полимеризации). В автоматическом режиме возможно назначить припуски на выбранные слои.

Дизайн в контексте производства обеспечивает возможность оценивать деформации волокон в слоях, принять меры

по исправлению положения в начале процесса и сразу генерировать правильную рабочую документацию, что устраняет затраты метода проб и ошибок в цехе. Среда проектирования поддерживает расширенные стратегии укладки волокна, такие как направляющая кривая или сектора, а также другие режимы. Продвинутое партнерское решение — Simulayt's AFM and ESI Group's Pam-Quickform — дополняют процесс CATIA Composites для лучшего в своем классе решения задачи моделирования волокна. Во всех случаях система визуализации во время моделирования помогает пользователю принимать обоснованные решения.

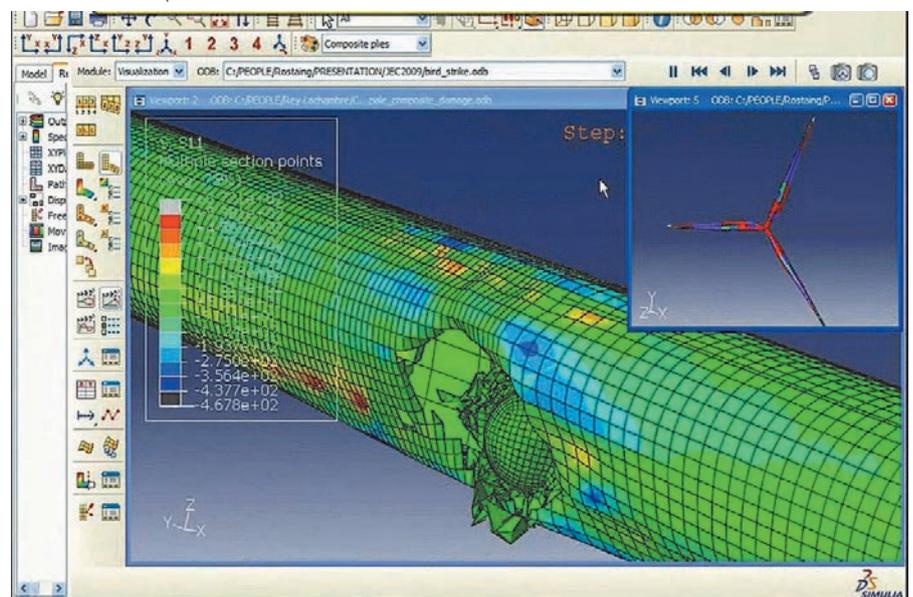
Слоистая структура с конечно-элементными сетками, автоматически создаваемыми в процессе проверки корректности укладки, и присвоенными материалами без потерь могут быть проанализированы в SIMULIA's Abaqus FEA или в других системах прочностного анализа.

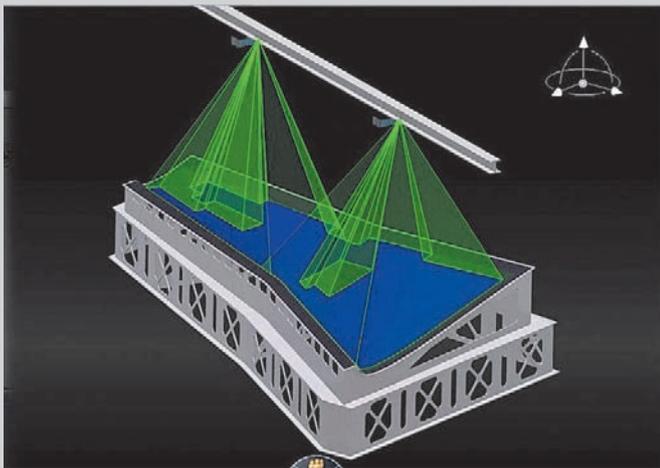
Натурные испытания требуют больших затрат времени и средств и, как правило, не имеют оперативного влияния на проект. С другой стороны, коррективы, вносимые в процессе расчета, могут быть оперативно возвращены обратно в модель.

SIMULIA в Abaqus FEA предоставляет возможности для имитации реалистичного поведения композитов, в том числе расслаивания и повреждений. Abaqus/CAE интегрируется с Composites Design через продукт Composites Link. Это позволяет конструкторам и прочнистам эффективно общаться в процессе разработки, экономя время, повышая качество продукции и предотвращая дорогостоящие ошибки.

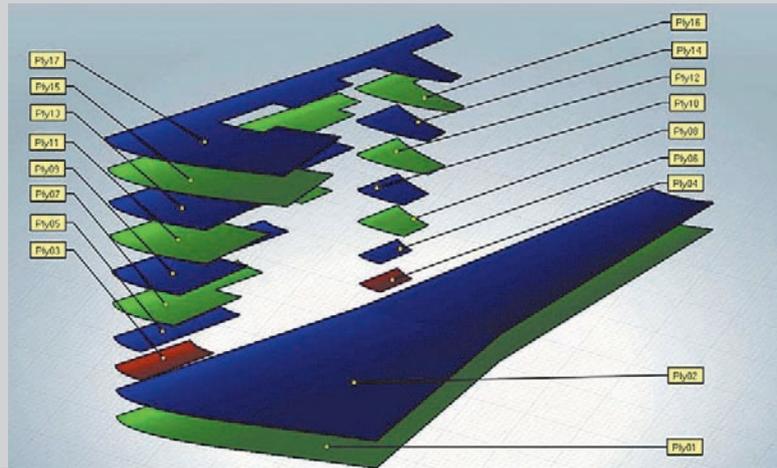
Параллельно CATIA Structural Analysis обеспечивает быстрый итерационный ассоци-

Расчет лопасти в Abaqus CAE





Моделирование использования лазерного проектора для укладки



Рабочие инструкции

ативный дизайн-анализ. Благодаря автоматической передачи свойств композитов можно выполнить термомеханической, частотный анализ и анализ потери устойчивости с необходимыми критериями.

По полученным внутренним поверхностям средствами твердотельного моделирования проектируется комплект оснастки, и в этой же среде получаем программы для оборудования с ЧПУ.

Для ручной выкладки модуль Composites Design позволяет в пакетном режиме выгрузить контуры слоев для нарезки на раскройном оборудовании и альбомы слоев с указанием ориентации и позиционирования в пространстве каждого слоя.

Для автоматической выкладки у всех ведущих производителей оборудования разработаны программы симуляции процессов выкладки в среде Composites Design и постпроцессоры для прямой передачи G-кода.

Используя возможности DELMIA для обработки композитных продуктов, процессов и ресурсов в единой среде, DS работает непосредственно с поставщиками оборудования выкладки нитей и лент для интеграции процессов проектирования и оборудования.

■ РЕШЕНИЕ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ

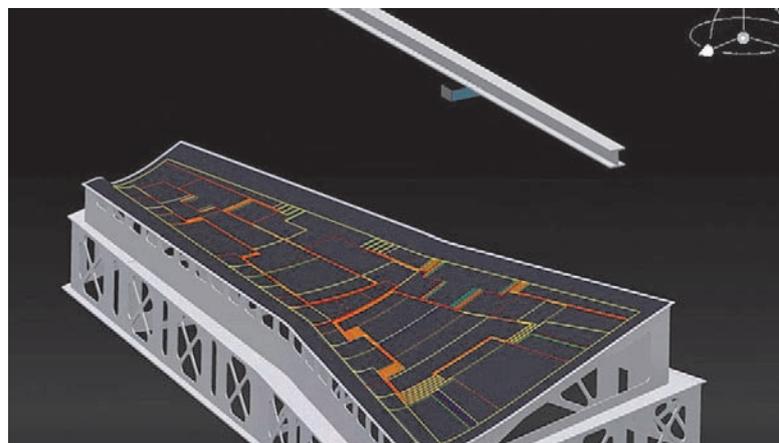
Обратная связь с производством также может помочь улучшить технологический процесс. Данные о производстве композитов от автоматизированного оборудования для раскладки Ingersoll's iCPS теперь могут быть переданы в Abaqus/CAE, для вычисления реального пути волокна.

Моделирование нелинейных термомеханических процессов с Abaqus может решить такие вопросы, как неполное или неустойчивое отверждение, упругие деформации и остаточные напряжения. Наконец, для процессов RTM, VARTM или инфузии, моделирование может быть выполнено с ESI Group's PAM-RTM, чтобы оптимизировать процесс впрыска. Это позволит отслеживать параметры потока смолы, время заполнения, проверки распределения давления и позволит найти лучшие позиции впускных и вентиляционных отверстий и не допустить дефектов,

■ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Все производственные процессы можно моделировать и оптимизировать на этапе подготовки и снизить расходы на разрушающие испытания деталей из композиционных материалов, полученных различными технологическими процессами.

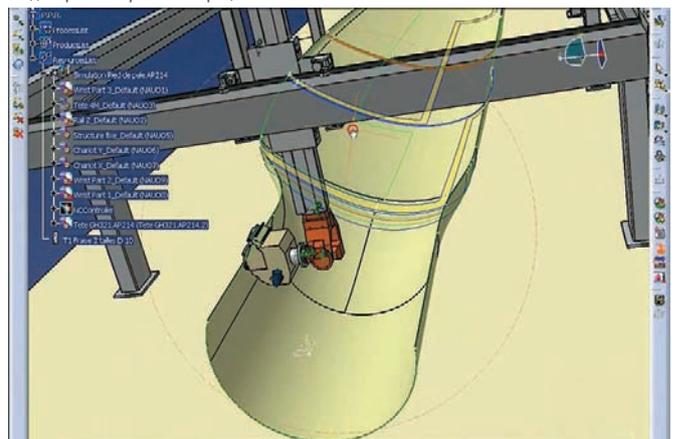
Для традиционной ручной выкладки характерна последовательность операций укладки, резки и лазерной проекции. Дан-



Симуляция выкладки

ные о композитах могут быть связаны с оборудованием решением TruNEST от Magestic Systems и интегрированным решением PANOGEN-CATIA V5 отCIMPA. Кроме того, для ручной выкладки непосредственно в CATIA Composites Design (CPD) интегрировано решение Magestic's **TruLASER View Composites V5/V6** для лазерных проекторов. Ключевым преимуществом TruLaser View является возможность просматривать и оптимизировать лазерные проекции на экране до фактического выполнения операции, чтобы избежать потерь методом проб и ошибок. ☞

Моделирование рабочего процесса



По материалам Dassault Systemes