

УДК : 658.512.011.56:004 + 658.512.011.56:658.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛНОГО ЦИКЛА РАЗРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ DASSAULT SYSTÈMES

© 2012 В.А. Краюшкин

Dassault Systèmes в России и СНГ, г. Москва

Поступила в редакцию 17.10.2012

Проектирование элементов и узлов авиационной техники из композиционных материалов в настоящее время невозможно без автоматизации. Качество полученных решений зависит от того, как автоматизация проектирования таких изделий встроена в полный цикл разработки изделий. Компания Dassault Systèmes предлагает среду выполнения полного цикла разработки изделий из композиционных материалов: от эскизного проектирования до автоматизации технологических процессов и контроля качества. Ключевые слова: композиционные материалы, автоматизация проектирования, имитационное моделирование, полный цикл работ, CATIA, DELMIA, SIMULIA.

Производство современной авиационной техники невозможно без применения композиционных материалов (КМ). Их доля в авиатехнике гражданского применения составляет от 12% до 80%, из композиционных материалов в настоящее время изготавливаются наиболее ответственные узлы и детали сложной формы. Качество и стабильность параметров при серийном выпуске таких деталей и узлов во многом, если не целиком, зависит от качества исполнения отдельных работ по всей цепочке процессов разработки и изготовления. Как обеспечить контроль необходимого для авиационной промышленности уровня качества исполнения как отдельных операций, так и всей совокупности взаимоувязанных работ на всех стадиях разработки изделий из композиционных материалов? Единственное средство обеспечения качества и стабильности при работе с композитами - автоматизация наиболее ответственных и "тонких" работ по композиционным материалам, начиная от проектирования (дизайна) и до окончательных производственных операций включительно. До последнего времени успешно было освоено в лучшем случае 3D проектирование деталей из композитов, однако этого было явно недостаточно для успешного развития применения композитов в разработке авиатехники. Однако, только автоматизация проектирования изделий из композиционных материалов без учёта возможностей предприятия по технологической проработке не только не решает задачу разработки, но может привести и к невозможности изготовления изделия нужного качества в требуемое время в рамках выделенного бюджета.

При разработке технологического процесса получения изделий из КМ приходится в комплексе решать многие вопросы: выбор армирующих и матричных материалов, их химическое взаимодействие, смачивание, способы ориентации армирующих волокон, способы окончательного объединения волокон и матрицы в единое целое (изделие), выбор оптимальных технологических режимов и др. Не существует универсального технологического процесса, пригодного для получения любого изделия из КМ. Неудачно выбранные технологический метод и режимы изготовления КМ приводит к тому, что прогнозируемые физико-механические и эксплуатационные показатели на практике не реализуются. Конструктивные особенности деталей из композиционных материалов обусловлены физико-механическим и технологическими свойствами, способами их получения. Прочностные и точностные характеристики деталей во многом зависят от их конструктивного оформления. Следовательно, успех разработки деталей из композиционных материалов обусловлен решением целого комплекса взаимоувязанных задач: проектирование, инженерный анализ, технологическая подготовка и разработка технологического оснащения, контроль получаемого изделия и техническое документирование применимости. Успешная автоматизация получения решений на всей цепочке связанных процессов разработки изделий из композиционных материалов - основная задача эффективного освоения производства композитов в авиационной промышленности.

Компания Dassault Systèmes выявляет следующий комплекс проблем проектирования изделий из композиционных материалов в авиационной промышленности, совместное решение которых приводит к существенному росту эффективности

Краюшкин Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, технический специалист по работе с ключевыми заказчиками. E-mail: Vladimir.Krayushkin@3ds.com

производства и повышению качества выпускаемых изделий:

- усложнение геометрии проектируемых изделий;
- длительность производственных циклов;
- отсутствие методик параллельной разработки;
- слабая связь между проектированием и анализом, отсутствие интеграции между автоматизированными системами проектирования и инструментальными средствами инженерного анализа;
- высокая стоимость сырья и используемых материалов;
- сложность имитационного моделирования поведения деталей;
- трудности интеграции проектируемых деталей из композиционных материалов в единый цифровой макет сборки изделия;
- непредсказуемость возникающих сложностей изготовления;
- постоянное возрастание требований соответствия внешним регулятивным требованиям (законодательство, деградация, переработка, охрана окружающей среды, ограничения вредных производств и т.д.);
- отсутствие интеграции со специализированным оборудованием на производственных участках;
- ошибки опытного производства.

Только применение единой системы автоматизированного решения всех выявленных задач смогло бы по мнению экспертов компании Dassault Systèmes повысить эффективность и качество разработок изделий из композиционных

материалов вообще и в области авиационной техники в частности.

К началу 2000-х годов компания Dassault Systèmes накопила существенный опыт и стала обладательницей наилучших в своем классе отдельных решений:

- в части САПР изделий любой сложности – CATIA, САПР №1 среди систем автоматизированного проектирования сложных изделий авиационной техники;
- в части автоматизированного инженерного анализа – SIMULIA, лидер среди систем быстрого инженерного анализа и автоматизированных систем инженерных расчётов и имитационного моделирования;
- в части проектирования и разработки промышленных процессов изготовления сложных изделий – DELMIA, система №1 среди полнофункциональных решений для процессов изготовления изделий.

Интеграция этих наилучших решений на единой платформе 3DEXPERIENCE и в рамках единой информационной модели, применение единого инструментального средства программирования в контексте 3D моделирования CAA RAID – все это позволило компании Dassault Systèmes выйти на новый, передовой уровень предложений для полнофункциональной бесшовной автоматизации всех ключевых процессов разработок изделий авиационной техники с применением композиционных материалов (рис. 1).

Проектирование для деталей из композиционных



Рис. 1. Комплекс интегрированных программных средств компании Dassault Systèmes для автоматизации разработки и выпуска изделий из композиционных материалов

онных материалов в CATIA реализовано с применением специализированных оригинальных методов сокращения цикла проектирования. Инженерный расчет и имитационное моделирование разработанных в CATIA таким образом деталей из композиционных материалов производится далее в среде SIMULIA. Автоматизированная система DELMIA для организации эффективного моделирования и организации производственных процессов изготовления изделий из композиционных материалов получает все необходимые данные о требуемых характеристиках спроектированных изделий и на их основе оптимальным образом рассчитывает необходимый состав оборудования и оптимизирует последовательность технологических переходов изготовления деталей из композиционных материалов.

Интегрированная среда разработки изделий из композиционных материалов компании Dassault Systèmes (рис. 2.) позволяет автоматизировать следующие процессы и методы:

Методы сокращения цикла проектирования

- «Вручную»;
- Зональный подход;
- Solid Slicing подход;
- «Grid» технология;

Предварительное проектирование

- Зонирование (геометрия и слои), межзонное пространство;
- Твердотельные поверхности: разработка внутри зон для раннего 3D представления;
- Автоматическая генерация слоёв с учётом сгонов и сходов, ступенчатости и правил компенсации сгонов, сходов и ступенек;

Детальное проектирование

- Раннее определение характеристик и атрибутов материала;
- Полноценное проектирование слоёв, послойная модификация результатов;
- Точное твердотельное послойное представление в виде цифрового макета изделия;
- Полнофункциональный инструмент проверки полученных решений для композитов (образцы сердечников, численный анализ, таблица размещения в слоях и т.д.);
- Применение на самых ранних этапах разработки встроенного механизма анализа выполнимости.

Проектирование в композитах – подготовка производства

- Инженеры-производственники могут внедрять все параметры, отвечающие за производительность и выполнимость, на стадии конструкторской проработки;
- Определение припуска на материал и 3D многослойной структуры;
- Точное моделирование поведения волокон;
- Автоматическое создание геометрии плоскостного размещения;
- Экспорт особенностей промышленного производства, автоматический выпуск цеховой документации;
- Реализация совместной работы проектировщиков и изготовителей.

Компания Dassault Systèmes вот уже более 15 лет предлагает на рынке автоматизированных систем для авиапрома решения по автоматизации разработок в композиционных материалах. Компания накопила достаточный опыт в этой области, точно и детально представляет актуаль-

Повышение производительности

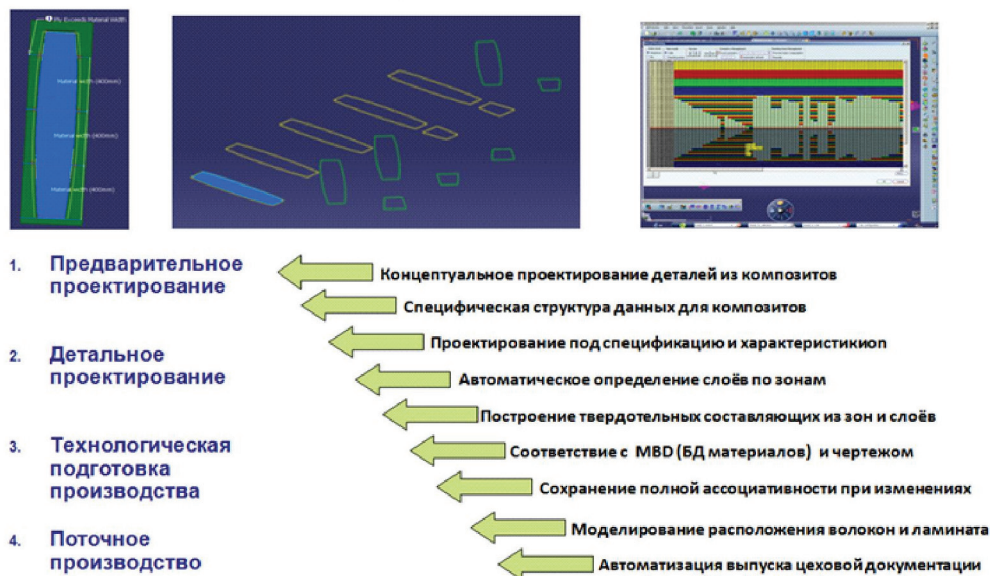


Рис. 2. Процессы разработки изделий авиапрома из композиционных материалов, для которых предложено применение интегрального решения от компании Dassault Systèmes

ность задач для всех этапов работ, обладает компетенциями для поддержания предлагаемых Dassault Systèmes решений на самом современном уровне, подчас являясь “законодателем” в подходах и конкретных решениях. Концепция компании Dassault Systèmes основана на широкой интеграции отдельных решений и достижения “бесшовной” технологии такой интеграции, когда нет разрывов в автоматизации всех процессов, из которых состоит собственно разработка изделий из композиционных материалов. Компания Dassault Systèmes рассматривает интегрированный процесс разработки композитных изделий как взаимоувязанную последовательность проектирования композитной детали, инженерного анализа полученного проектного решения, технологической подготовки производства с доведением решений до производителей станочного оборудования включительно, процессов тестирования и неразрушающего контроля и подготовки технической документации на разрабатываемое изделие.

Экспертами компании Dassault Systèmes решена задача комплексного применения интегрированных средств автоматизации полного цикла разработки изделий из композиционных материалов и разработан широкий спектр программных средств индустриального применения. Dassault Systèmes предлагает решения для предварительного дизайна деталей и узлов из композитов, решения для полного инженерингового цикла проектирования в композитах, разработки технологических переходов для производства изделий из композиционных материалов, проектирования интегрированных производственных процессов и планирования рабочих зон для промышленного изготовления деталей и узлов из композитов. Все эти решения увяза-

ны в единый комплекс решений на платформе 3DEXPERIENCE и дополнены интегрированной с этим комплексом автоматизированной системой моделирования, поверочных расчётов инженерного анализа деталей и узлов из композиционных материалов. Dassault Systèmes таким образом предоставляет наиболее полную и функционально-законченную систему автоматизации всего цикла разработки изделий из композиционных материалов для авиакосмической промышленности. Применение решений по работе с композиционными материалами от компании Dassault Systèmes существенно повышает производительность труда инженеров-разработчиков по композитам, снижает расход дорогих исходных материалов, обеспечивает синхронизацию совместной работы инженера-проектировщика, технолога и изготовителя, уменьшает потери времени на документирование производственных процессов, позволяет на самых ранних этапах проектирования элементов и деталей из композитов получать расчётные значения механических и прочностных характеристик, точно моделировать и оптимизировать процессы выкладки, выкройки, выклейки, намотки, послойного размещения, автоматизировать исполнение полного комплекса неразрушающего контроля ответственных деталей, компонентов и узлов из композиционных материалов.

Решения по композиционным материалам от компании Dassault Systèmes востребованы наиболее известными производителями авиатехники и обеспечивают успешное выполнение передовых проектов: Next Generation Composite Wings, MAAXIMUS (AIRBUS, Bombardier, Spirit, Goodrich, GKN, Messier-Dowty, Hexcel, Smiths Aerostructures, Dassault Systèmes, EADS, IWF, Latecoere, DLR, NLR и т.д.).

THE AUTOMATING THE COMPLETE DEVELOPMENT CYCLE OF THE PRODUCTS FROM COMPOSITE MATERIALS USING TECHNOLOGY FROM COMPANY DASSAULT SYSTÈMES

© 2012 V.A. Krayushkin

Dassault Systèmes Russia and CIS, Moscow

Design of the elements and components of the aircraft composite materials currently impossible without automation. Quality of the obtained solution depends on how the automation of such products is built into the full cycle of product development. The company Dassault Systèmes offers runtime full product cycle from composite materials, conceptual design through automation process and quality control.

Keywords: composite materials, computer aided design, simulation, complete development cycle, CATIA, SIMULIA, DELMIA.

*Vladimir Krayushkin, Candidate of Technics, Technical Sales Specialist, Business Transformation.
E-mail: Vladimir.Krayushkin@3ds.com*