

Многоуровневое моделирование композиционных материалов и изделий на их основе

Зорин В.В., Студент группы 1257

Композиционные материалы в военных и гражданских отраслях промышленности



Оборонная промышленность



Космос



Гражданская авиация



Автомобилестроение



Судостроение



Авиационные двигатели



Энергетика

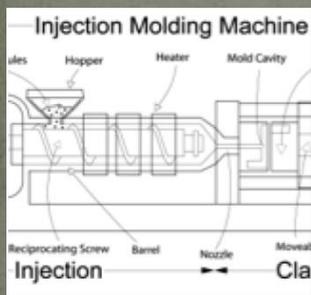


Новые материалы

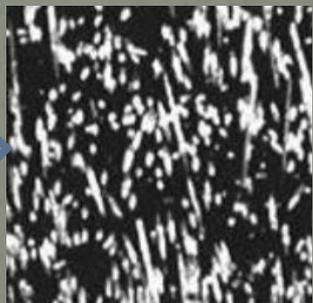
Задачи при разработке изделия из КМ

- Как выбрать наиболее подходящий материал?
- Как промоделировать многокомпонентные материалы?
- Как спроектировать оптимальную конструкцию из КМ?
- Как сократить время разработки КМ и изделий из него?
- Как обеспечить максимальный эффект от применения КМ?

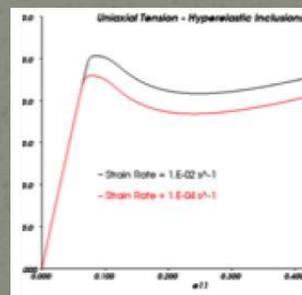
Комплексное применение систем моделирования при разработке изделий из КМ



Выбор технологии изготовления



Анализ микроструктуры материала



Расчет свойств материала



Расчет конструкции на прочность

Моделирование технологического процесса

Moldex3D
MOLDING INNOVATION

Построение модели материала

Digmat

Прочностные и тепловые расчеты

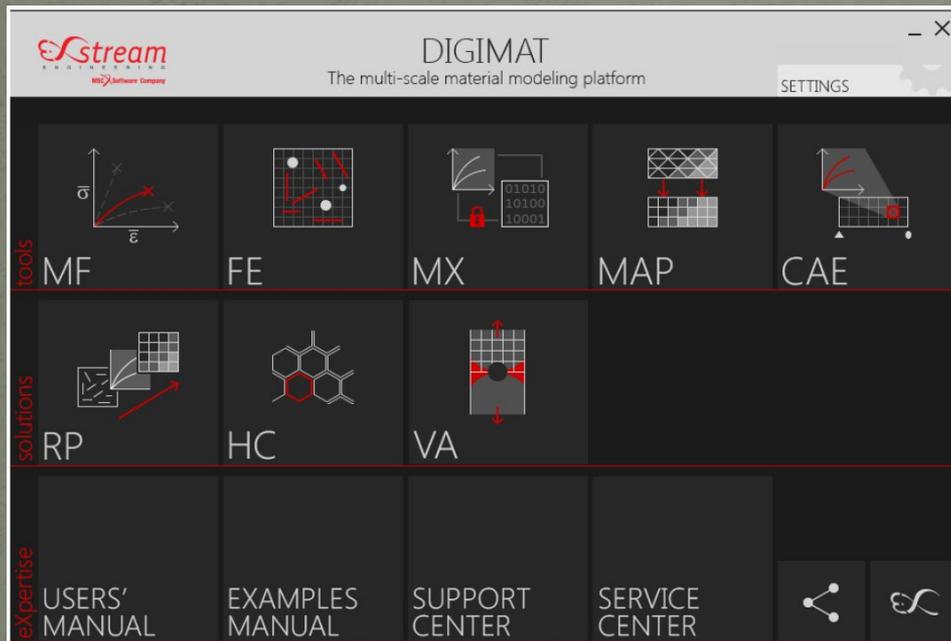
MSC Software

Обзор возможностей программного комплекса Digimat

Компания e-Xstream engineering

- Компания основана в 2003г.
- В сентябре 2012 вошла в состав корпорации MSC Software
- Направление деятельности:
- Разработка, поставка и поддержка программного обеспечения - **Digmat**
- Консультационные услуги и сервисные работы с ведущими предприятиями по всему миру
- 100% сфокусировано на моделировании композиционных материалов и композитных конструкций
- Команда из более чем 50-ти высококвалифицированных специалистов:
- 65% кандидаты технических наук;
- 25% MS & BS Engineering
- 10% маркетинг, финансы и администраторы

Структура комплекса Digimat

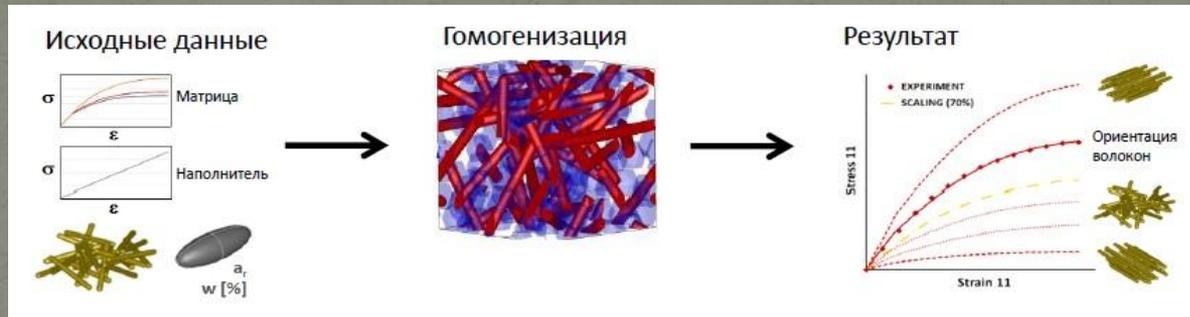


Пользователи:

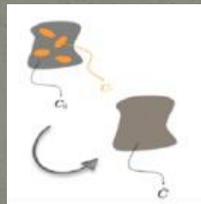
- разработчики композиционных материалов
- специалисты-расчетчики
- специалистов, связанные с проведением испытаний композиционных материалов и конструкций из них

Digmat-MF, Digmat-FE

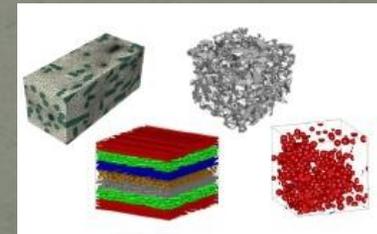
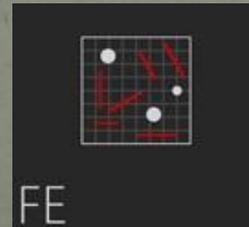
Расчет нелинейных анизотропных макроскопических свойств на основе данных о свойствах отдельных компонентов материала и его микроструктуры.



Аналитический метод



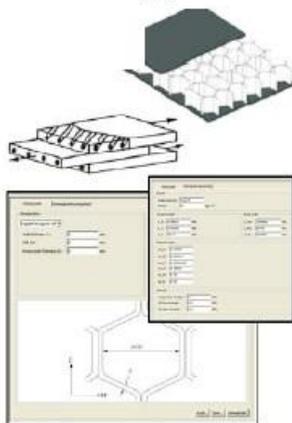
Расчет с помощью МКЭ



Digmat-НС

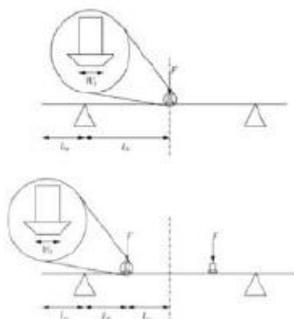
Моделирование композитных сотовых панелей

Исходные данные



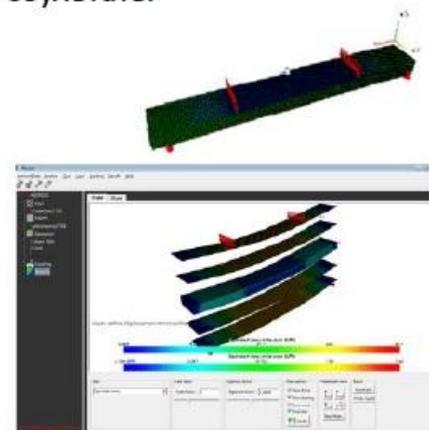
Характеристики материала внешних слоев и сотового наполнителя

Гомогенизация и расчет отклика конструкции на нагружение



Методы гомогенизации (усреднения свойств) и расчет встроенным конечно-элементным решателем

Результаты



Визуализация результатов конечно-элементного расчета на модели сотовой панели

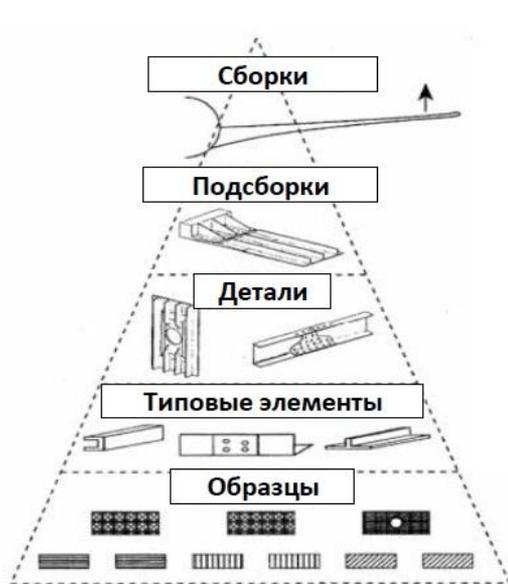
Digmat-MX

База данных материалов для хранения, поиска и безопасного обмена экспериментальными данными и моделями материалов Digmat и проведения обратного инжиниринга

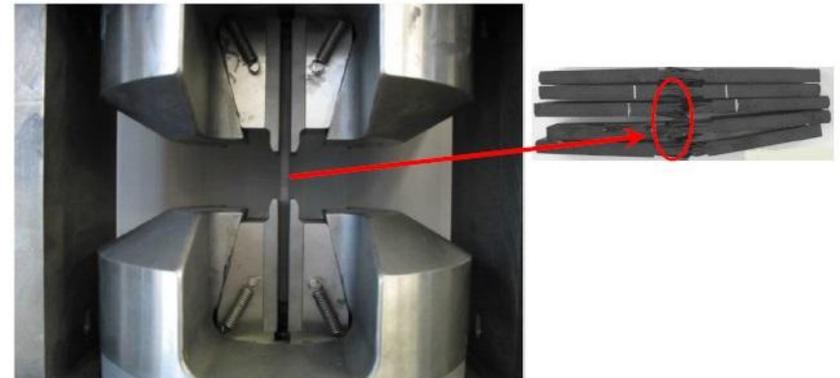


Digimat-VA

Использование композиционных материалов в конструкции опирается на “блочную” программу испытаний для обязательной сертификации



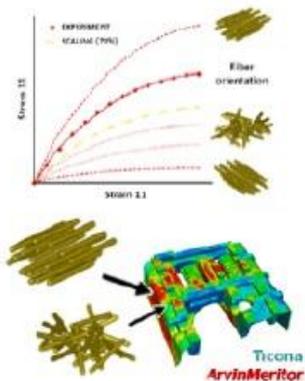
Программа испытаний	
1980	2000
2	2
2	15
25	2 500
500	10 000
5 000	> 100 000



- Виртуальные испытания образцов композиционных материалов
- Цель – уменьшить количество и стоимость натуральных испытаний

Digimat-CAE

Связанный анализ методом конечных элементов с учетом параметров микроструктуры композиционного материала и технологии его изготовления



Модель материала из Digimat + информация о локальной микроструктуре материала



КЭ анализ

MSC Software



ANSYS Altair

Литье под давлением

Autodesk Moldflow

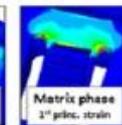
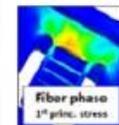
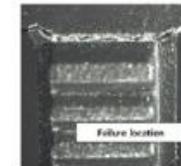
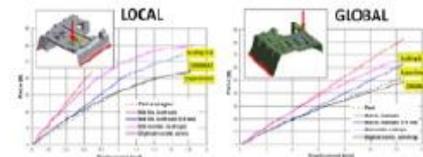
Moldex3D

3D-SIGMA

Simpoe

3D TIMON

YAREM



Достоверные результаты прочностных и тепловых расчетов композитных конструкций

Ticona ArvinMeritor

Digmat-MAP

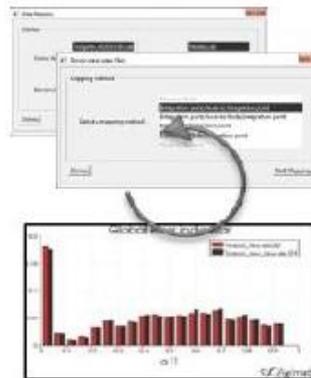
Передача в различные системы КЭ анализа данных об ориентации волокон, остаточных напряжениях, линиях спая, полученных при моделировании процесса литья под давлением

Исходные данные



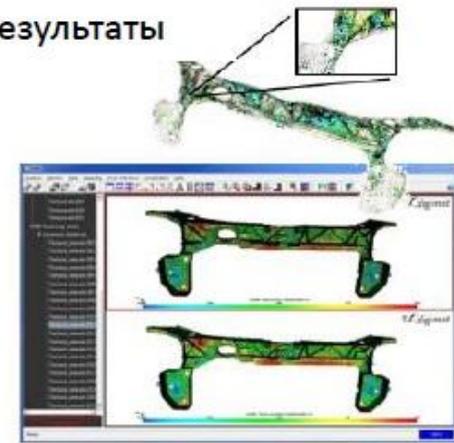
Импорт сеточных моделей из системы моделирования технологических процессов и системы КЭ моделирования

Перенос данных



Надежные методы переноса данных на 2D и 3D КЭ сетки

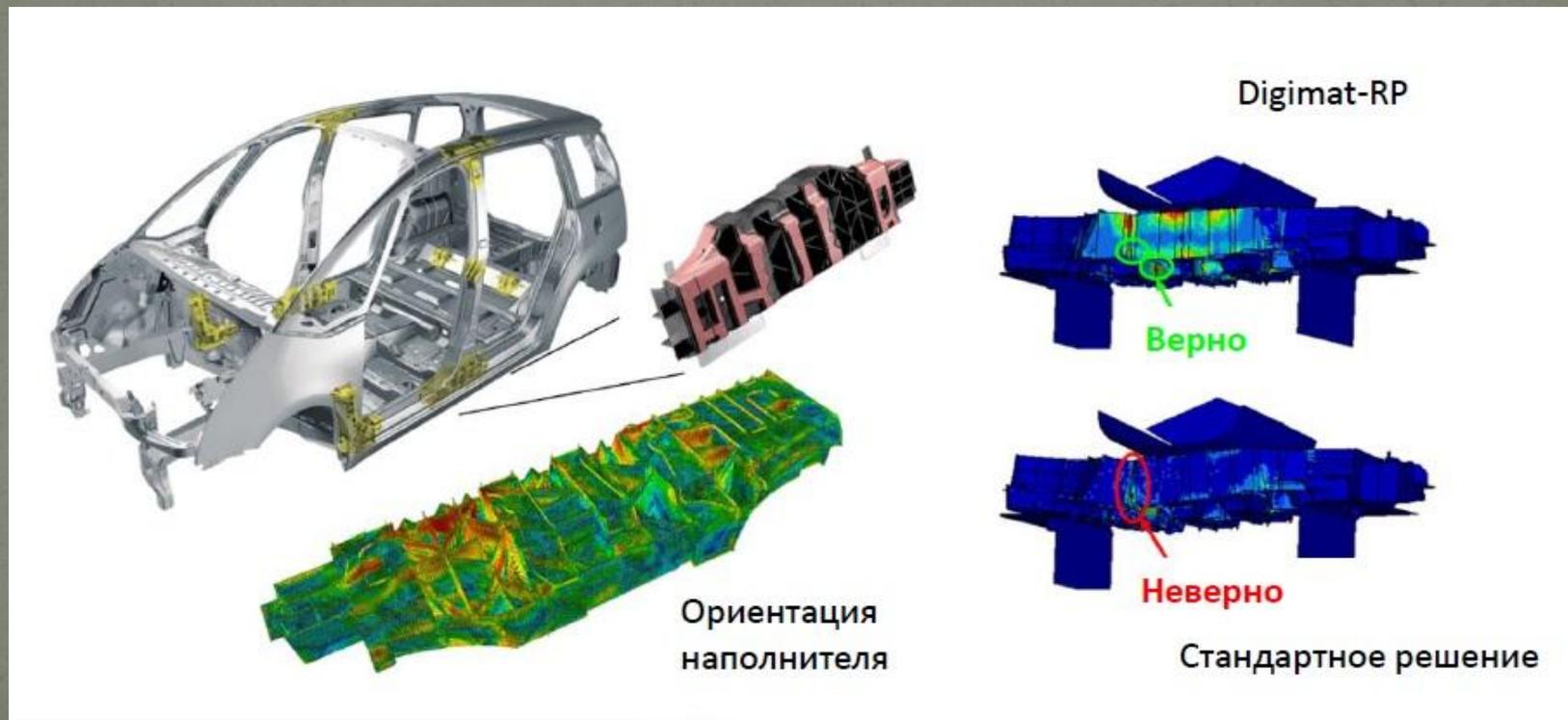
Результаты



Представление результатов, полученных при моделировании процесса литья под давлением, на КЭ сетке для расчета на прочность и теплового анализа

Digmat-RP

Интегрированное решение, объединяющее несколько модулей Digmat, для проведения связанного анализа конструкций из армированных пластиков, изготавливаемых методом литья под давлением

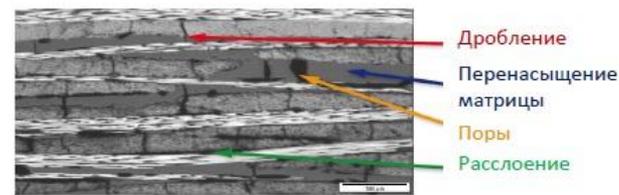
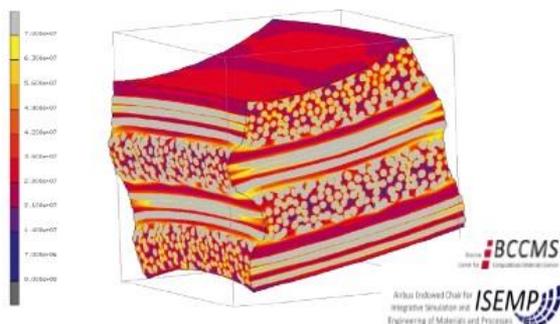


Примеры решения задач

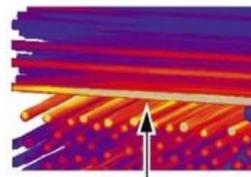
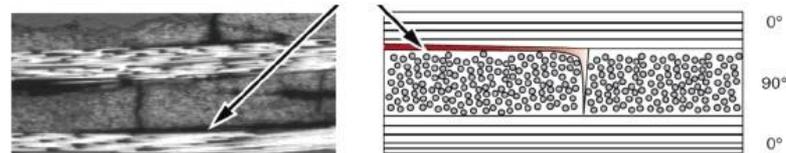
Анализ напряжений в КМ, возникающих из-за особенностей технологии изготовления

- Остаточные напряжения в материале ведут к образованию дефектов и разрушению КМ
- Цель: моделирование остаточных напряжений в пластике, армированном углеродным волокном, на микроуровне с реалистичной микроструктурой материала

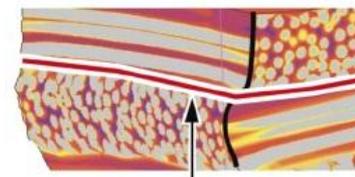
Представительный элемент объема



Расслоение

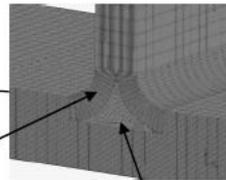
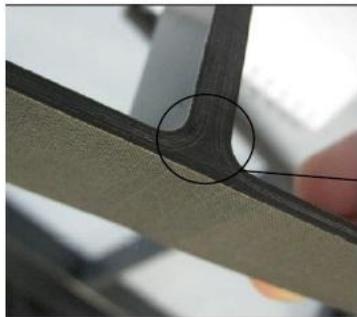


Область высоких напряжений
на границе фаз между слоями

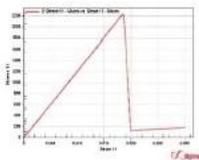


Расслоение и
микрповреждения на
границе слоев из-за усадки

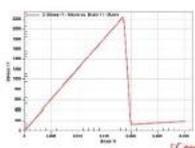
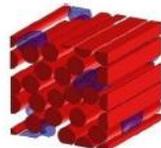
Прогрессирующее разрушение в T-образном элементе с учетом дефектов в материале



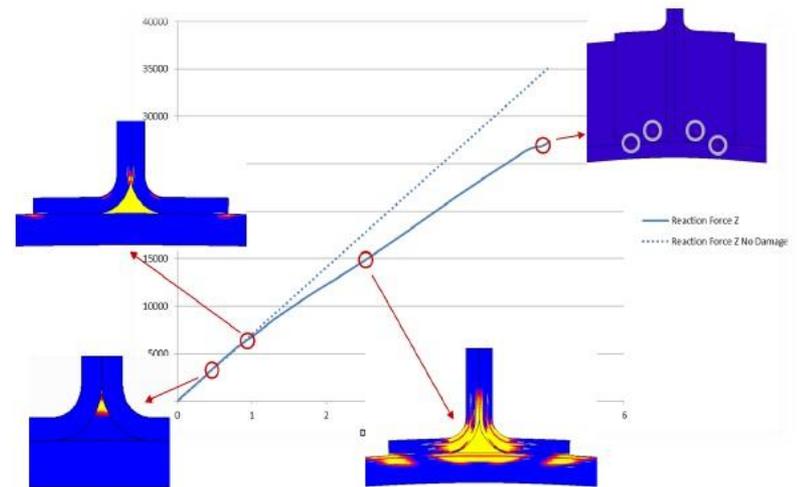
1. Квази-изотропный КМ



2. Центральная часть: 90°однапр. КМ



Кривая сила-перемещение с учетом прогрессирующего разрушения



Заключение

Digmat – платформа для моделирования МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ материалов

Подбор/разработка/сертификация материалов

- любые типы наполнителей: короткие волокна, непрерывные волокна, тканые композиты, сотовые структуры...
- различные группы физических свойств: механические, термомеханические, электрические, ...
- большая библиотека моделей материалов
- получение виртуальных расчетных характеристик композиционного материала с помощью серии конечно-элементных расчетов, основанных на матрице испытаний

Виртуальное моделирование деталей и узлов

- многоуровневый нелинейный анализ, позволяющий повысить точность моделирования
- учет параметров технологического процесса изготовления
- специальные методы для описания прогрессирующего разрушения

Спасибо за внимание