

DIGIMAT

**уникальный программный комплекс для нелинейного
многоуровневого моделирования и расчета актуальных
характеристик композиционных материалов**



Состав и назначение Digimat

Digimat-MF: предназначен для прогнозирования нелинейного поведения многофазных материалов

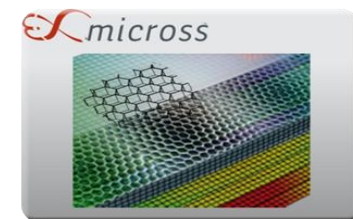
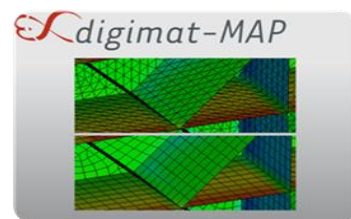
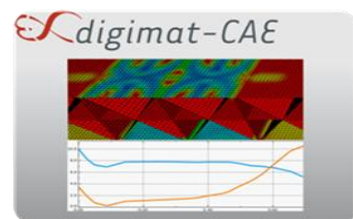
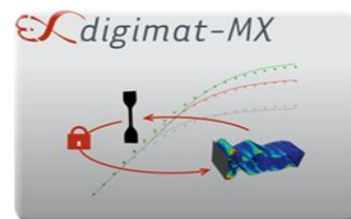
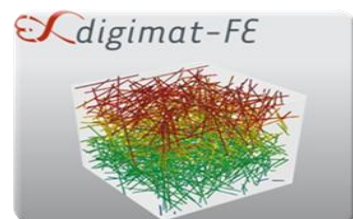
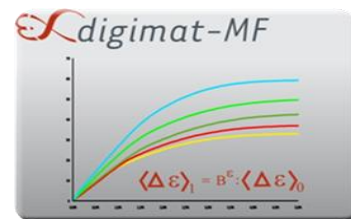
Digimat-FE: предназначен для генерации реалистичного представительного объема материала для детального конечно-элементного анализа

Digimat-MX: предназначен для проведения обратного инжиниринга, хранения, поиска и безопасного обмена моделями материалов DIGIMAT между поставщиками и потребителями

Digimat-CAE: объединяет в единую цепочку конечно-элементные программные комплексы для моделирования литья под давлением и прочностного анализа

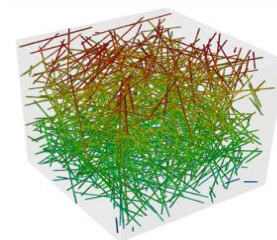
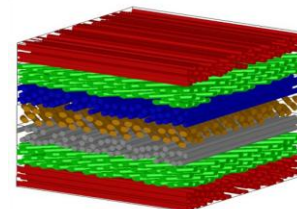
Digimat-MAP: предназначен для передачи данных об ориентации волокон, остаточных напряжений, температур и линий спая, полученных при моделировании инжекционного литья, в различные системы конечно-элементного анализа

Micross: предназначен для простого и эффективного конструирования сотовых сэндвич-панелей, используя передовые технологии моделирования микромеханических свойств материала.



Задачи, решаемые Digimat

- **Разработка и производство инновационных композитных продуктов**
Эффективно по времени и затратам
Легче, экологически чище, дешевле и более высокого качества
- **Расчет материалов, усиленных непрерывным и рубленым волокном**
Прогноз нелинейных, зависящих от скорости деформации и анизотропных свойств материала
Учет технологического процесса, местной ориентации волокна, температуры и остаточных напряжений
- **Нелинейное многоуровневое моделирование композитных конструкций**
Различные типы расчетов: температурно-механические воздействия, вибрации, ударные нагрузки, ползучесть, разрушение, ресурс...
Различные типы материалов: рубленое волокно, непрерывное волокно, резина, металл, нанотехнологии...



Пользователи Digimat

✓ Материаловедение

- Пластики
- Резина
- Керамики, твердые сплавы
- Наноккомпозиты
- И другие...



✓ Основные цели

- Снижение необходимости испытаний образцов (время & стоимость)
- Улучшение понимания поведения материалов
- Продвижение материалов на рынке и поддержка клиентов

✓ Некоторые пользователи



Пользователи Digimat

- ✓ Прочность и жесткость конструкции
 - Автомобильная промышленность
 - Аэрокосмическая промышленность
 - Товары промышленного производства
 - Электроника
 - И другие...



- ✓ Основные цели
 - Повышение достоверности конечно-элементных расчетов
 - Преодоление разрыва между технологией и разработкой
 - Снижение затрат на изготовление прототипа и испытания

- ✓ Некоторые пользователи



RENAULT



L&L Products
Europe

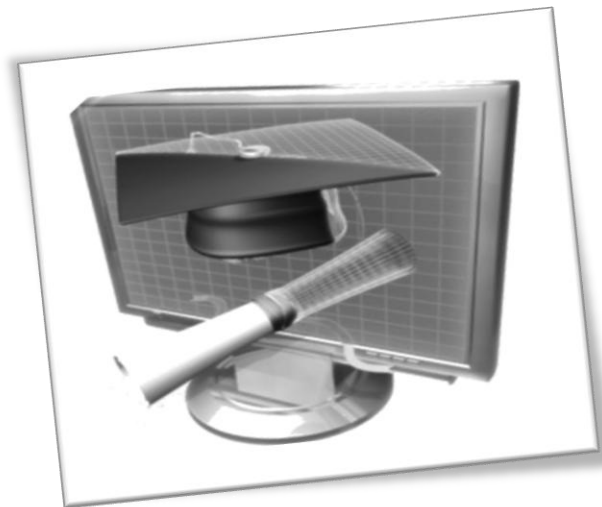
brose
Technik für Automobile



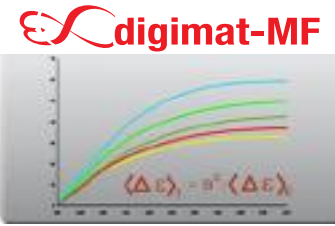
NOKIA
Connecting People

Пользователи Digimat

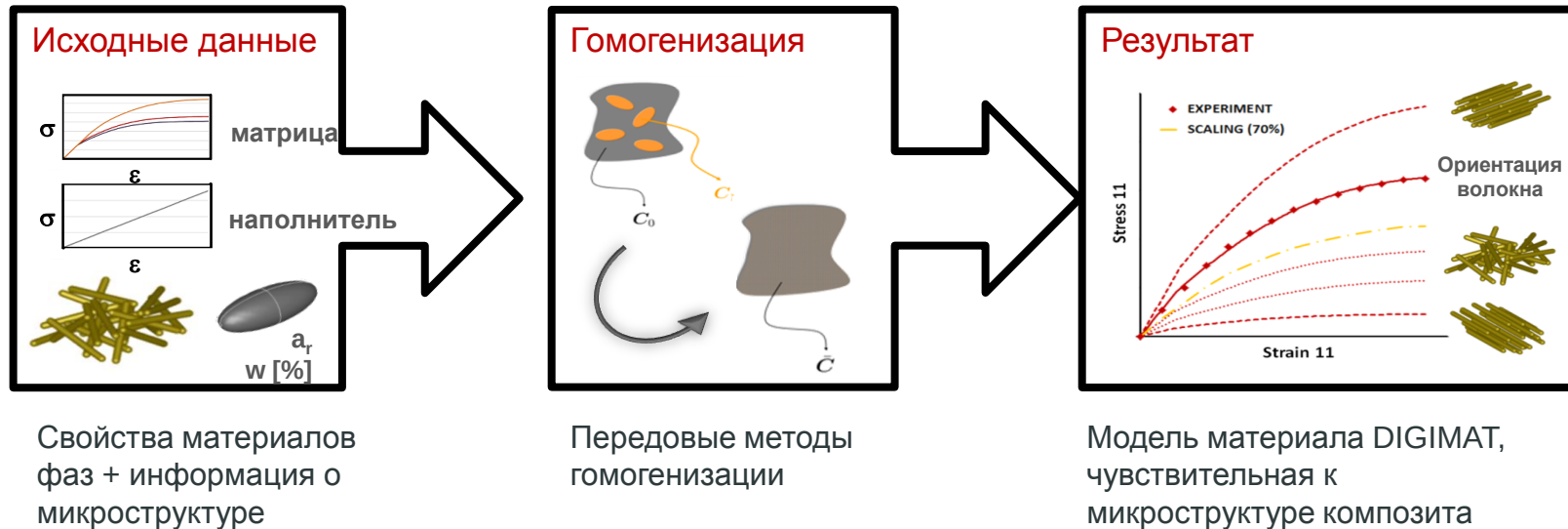
- ✓ Университеты и Исследовательские центры
 - Свойства материалов
 - Свойства изделий
- ✓ Основные цели
 - Понимание & Инновации
 - Обучение следующего поколения специалистов по математическому моделированию
 - Участие в промышленных исследовательских проектах
- ✓ Некоторые пользователи



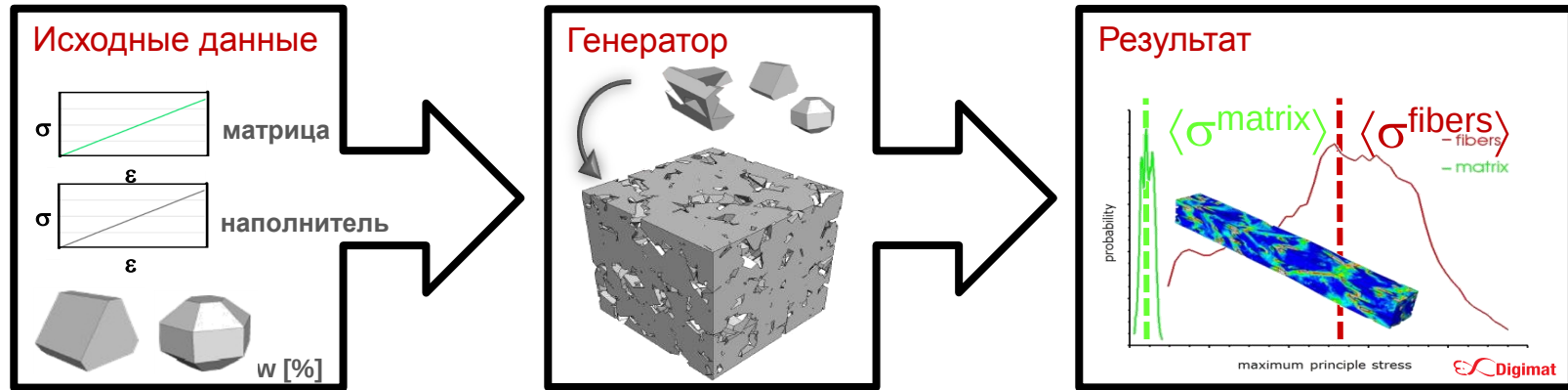
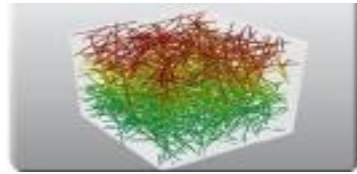
Модуль Digimat-MF



- Программный комплекс для прогноза нелинейного поведения многофазных материалов методом самосогласованного поля



- Автоматическая генерация реалистичного представительного элемента объема (ПЭО) для выполнения детального конечно-элементного расчета

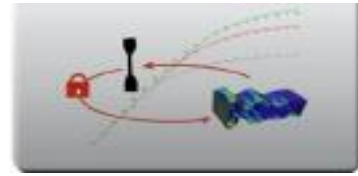


Свойства материалов фаз + информация о микроструктуре + установки ПЭО

Генератор случайных ПЭО в соответствии с заданными параметрами

Препроцессор: ПЭО со сложной и реалистичной микроструктурой
Постпроцессор : анализ файла результатов внешнего КЭ решателя

Модуль Digimat-MX

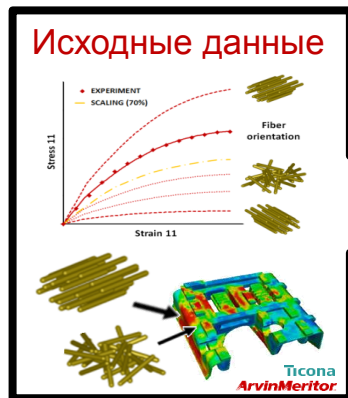
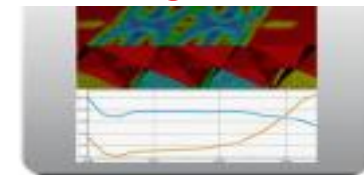


- Программный комплекс для обратного инжиниринга, хранения, поиска и безопасного обмена моделями материалов DIGIMAT между поставщиками материалов и пользователями

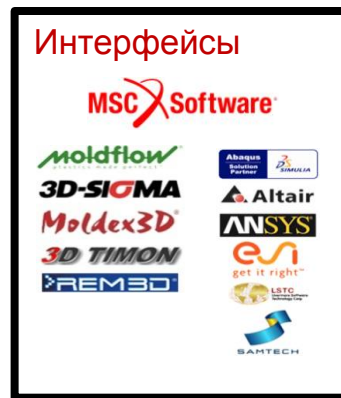


Модуль Digimat-CAE

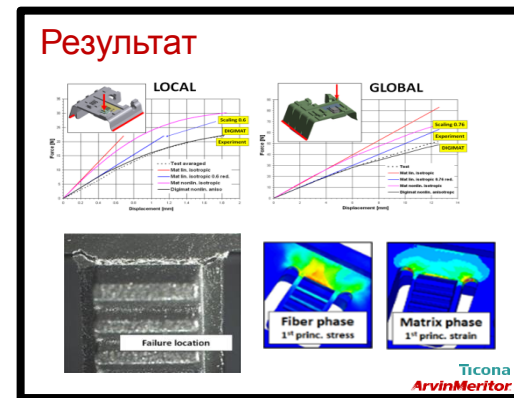
- Интерфейс DIGIMAT между распространенными конечно-элементными системами моделирования литья под давлением и системами прочностного расчета, позволяющий выстроить в единую цепочку многоуровневый анализ композиционных материалов и конструкций



Модель материала
DIGIMAT + локальная
микроструктура (из
моделирования литья)



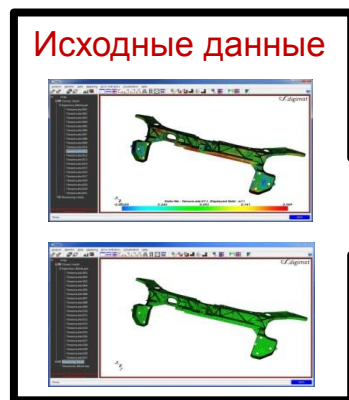
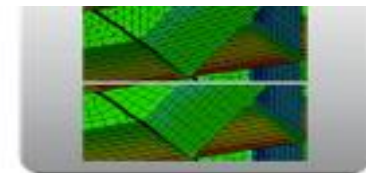
Анализ с явными или
неявными КЭ
решателями



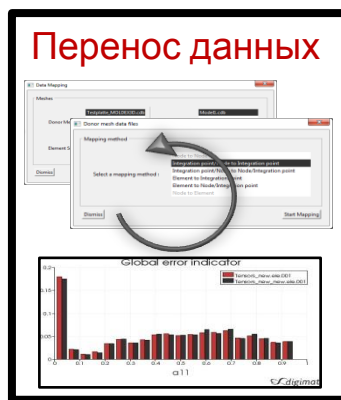
Прогнозируемые,
высококачественные
результаты для
композиционных материалов

Модуль Digimat-MAP

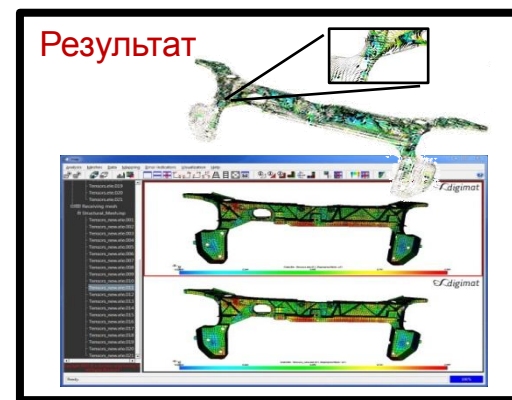
- Программный комплекс для передачи данных об ориентации волокон, остаточных напряжениях и температурных полях из комплексов моделирования неоднородностей литья под давлением в КЭ сетки прочностного анализа



Сетка и свойства из модели литья + сетка прочностного анализа

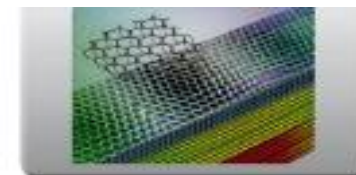


Надежные методы переноса данных

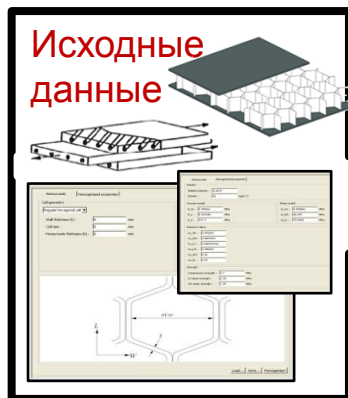


Свойства, перенесенные на прочностную сетку+ четкая визуализация результатов

Модуль Micross



- Точный и простой в использовании инструмент для моделирования композитных сэндвич-панелей



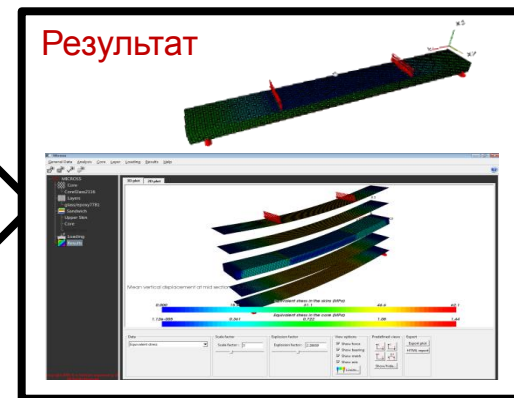
Исходные
данные

Свойства материалов
+ задание обшивки и
наполнителя



Гомогенизация и
решение

Гомогенизация /
Встроенный КЭ
решатель



Результат

КЭ результаты на сэндвич-
панели

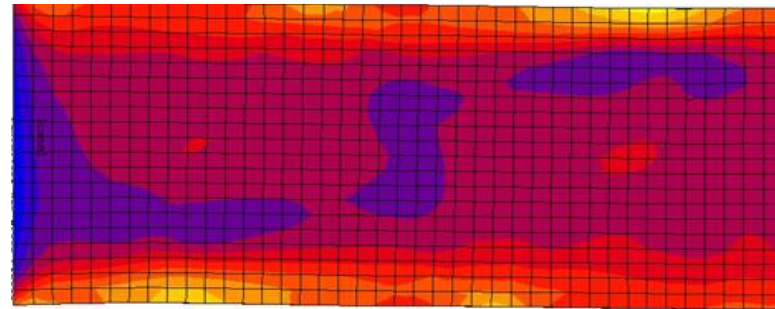
Digimat-CAE/Marc

- Пример использования

- Цель – проверка влияния технологии изготовления на прочность изделия

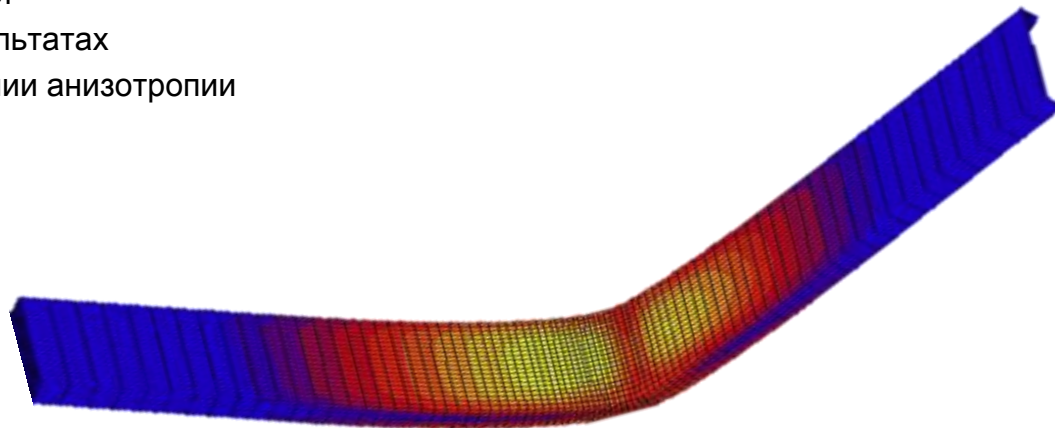
- ✓ Пластина

- Испытание на разрыв
 - Учет эффекта линии сая
 - Учет анизотропии в результатах
 - Разрушение в направлении анизотропии

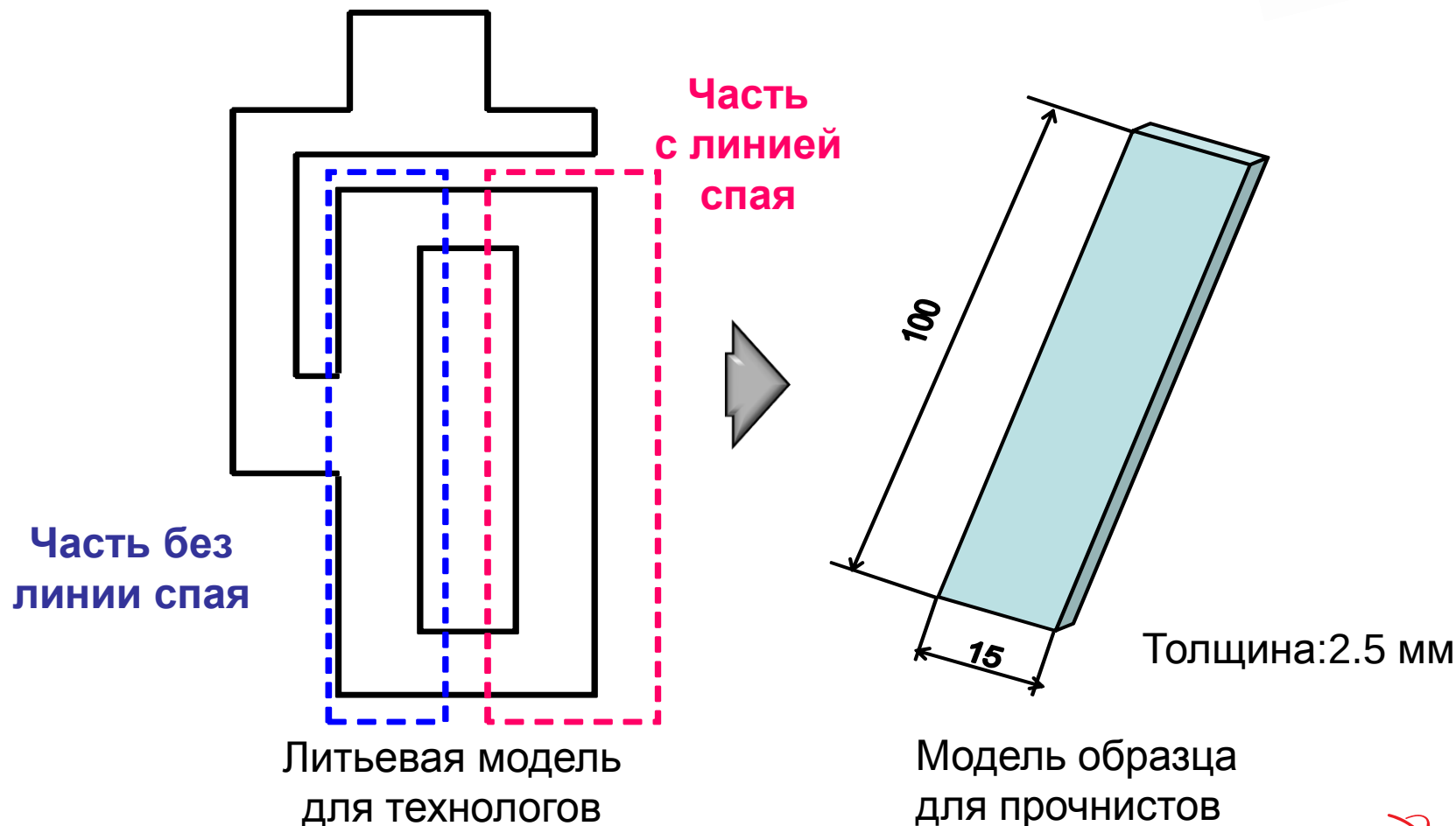
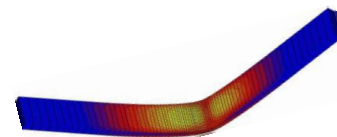


- ✓ Испытание на изгиб

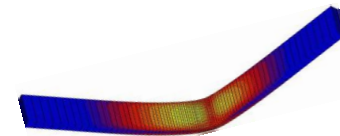
- Испытание на изгиб
 - Учет эффекта линии сая
 - (...)



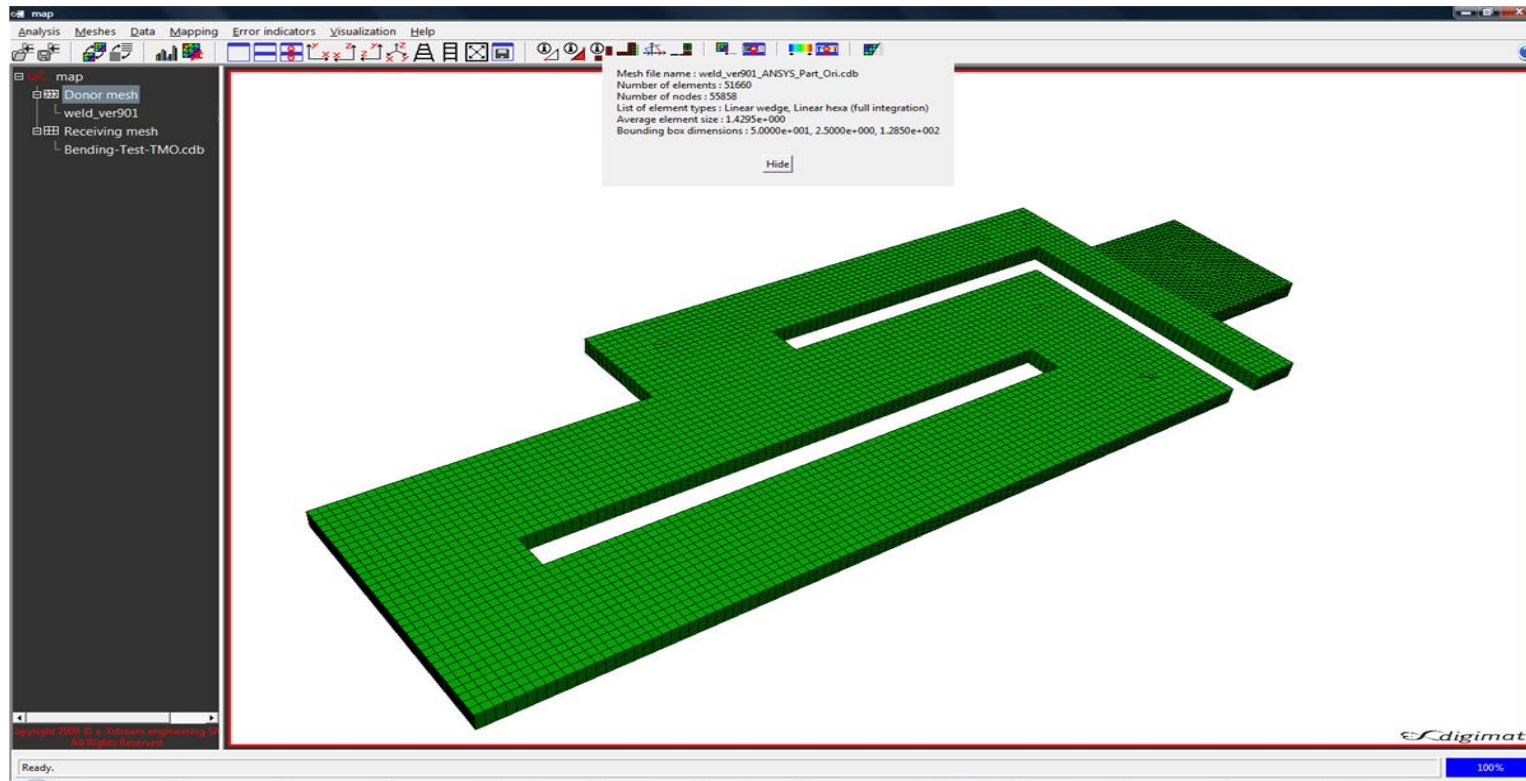
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



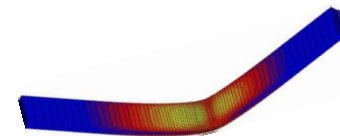
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



- Сетка модели литья под давлением: Moldex3D



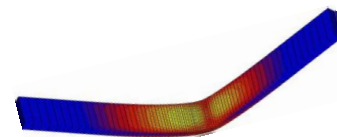
Digmat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



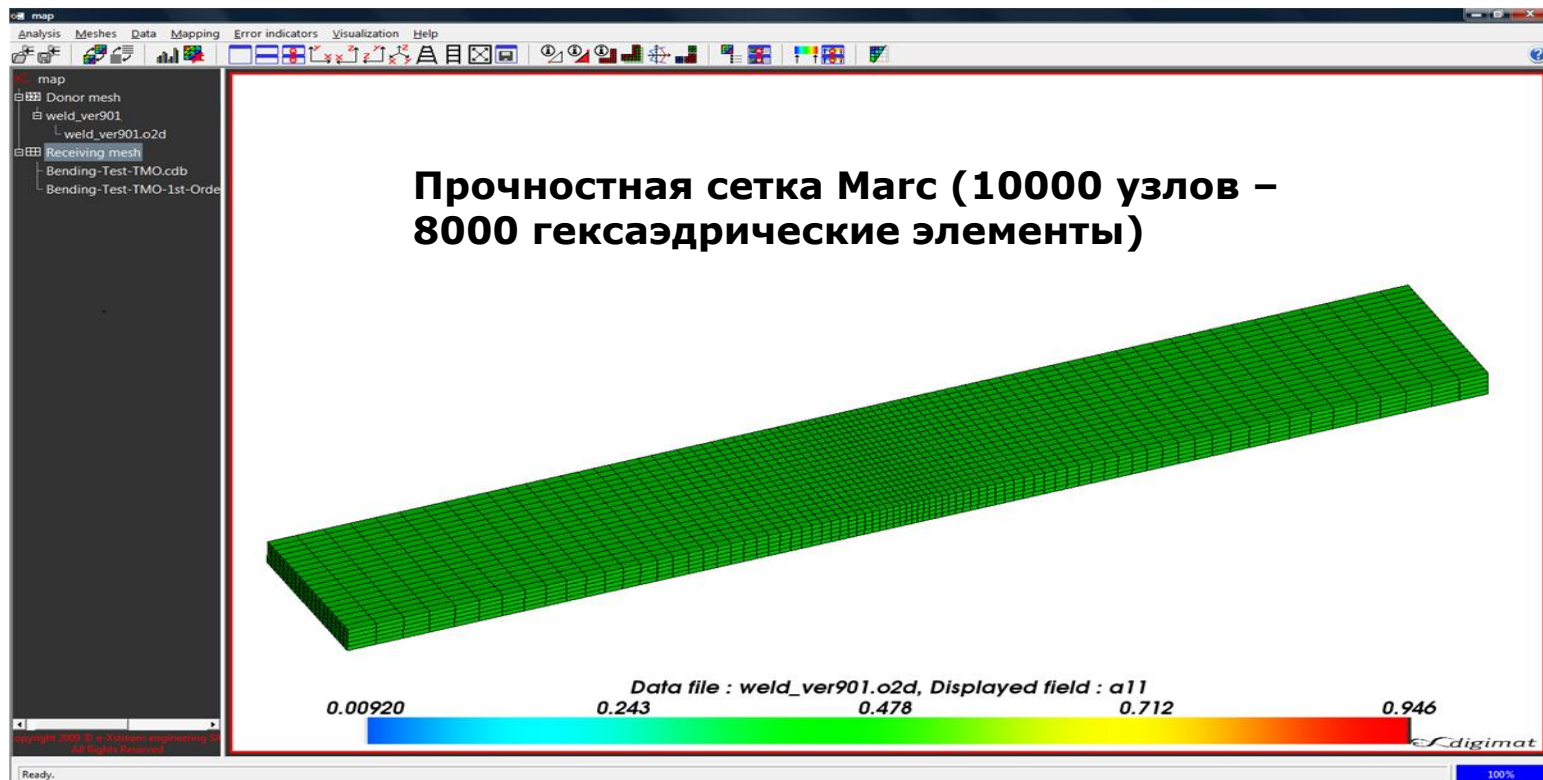
- Распределение волокон при литье под давлением : Moldex3D



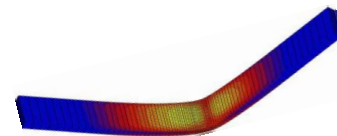
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



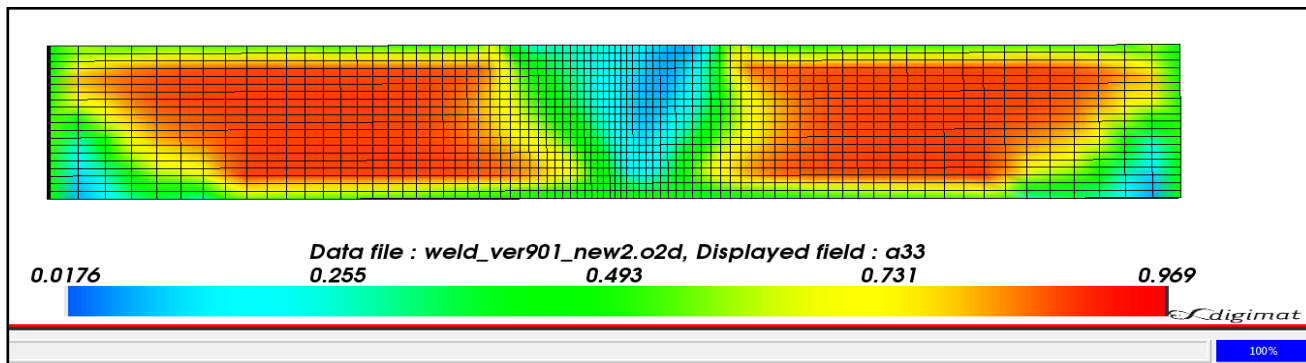
- Перенос результатов (Moldex3D → Marc)



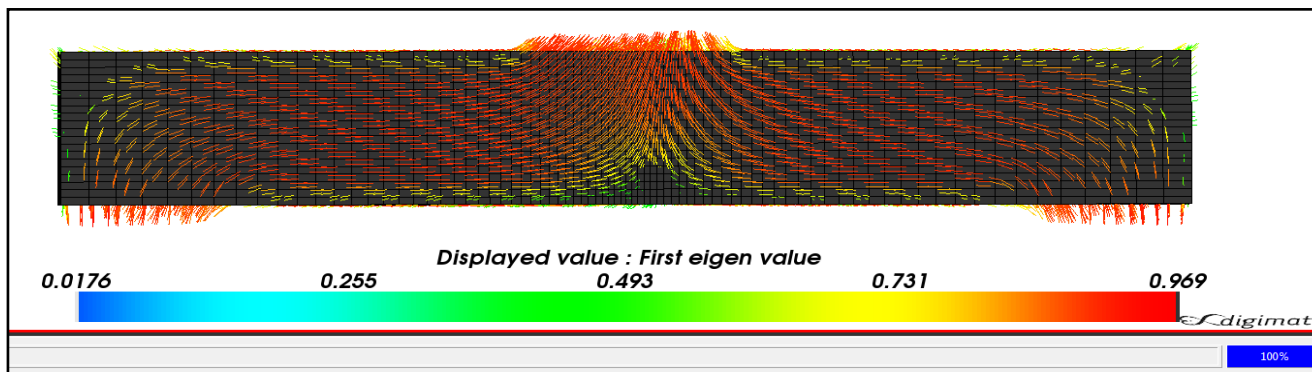
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



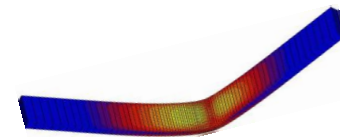
- Перенос результатов (Moldex3D → Marc)



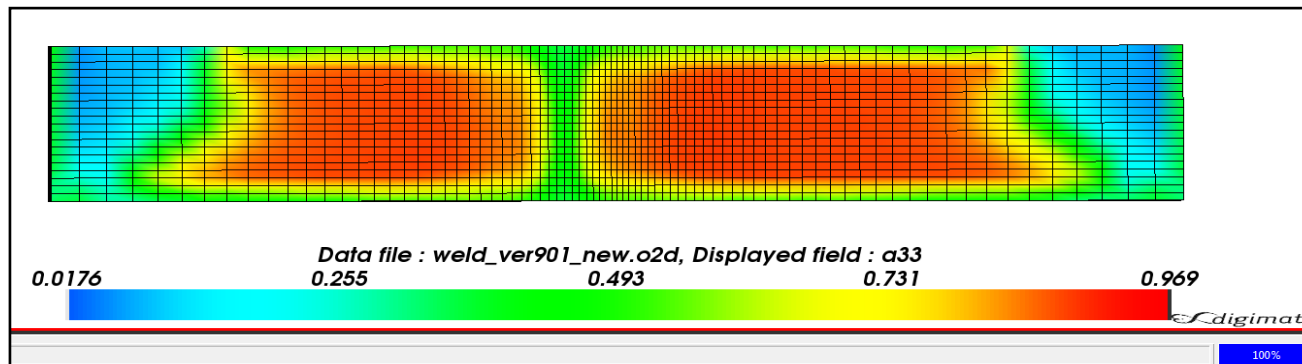
Сторона впрыска



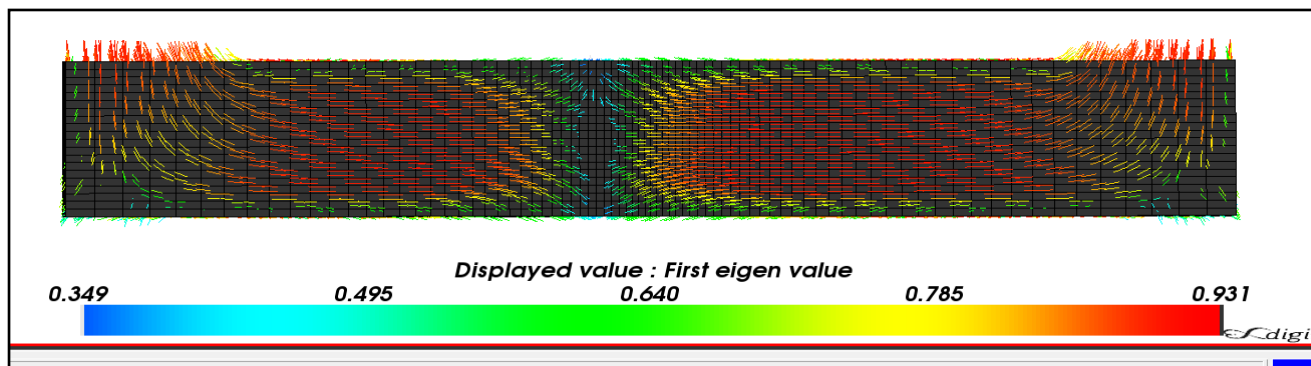
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



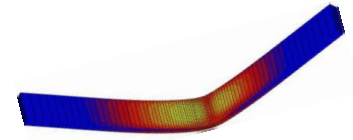
- Перенос результатов (Moldex3D → Marc)



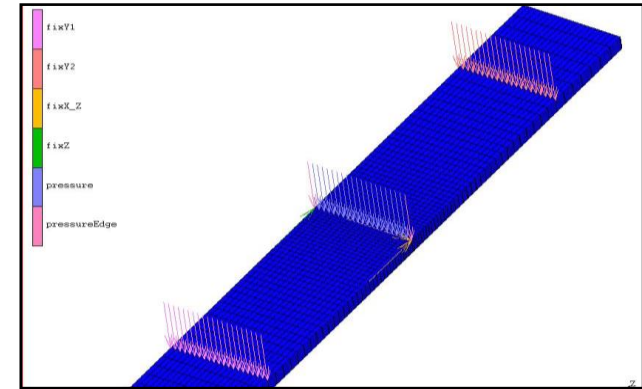
Сторона линии смятия



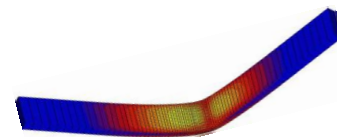
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



- Конечно-элементная модель (Marc)
 - ✓ Суммарная действующая сила = 70 Н
 - ✓ Перемещения двух групп узлов, на каждой стороне модели, заблокированы по направлению Y, чтобы смоделировать опоры тестового образца
 - ✓ Перемещения одного узла заблокированы вдоль оси Z, перемещения другого узла заблокированы по X и Z для полной фиксации модели в пространстве



Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



- Свойства материала DIGIMAT

- ✓ Матрица PA66

- Модель: *упругая или упругопластическая*
- Плотность = $0.92 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³
- Модуль Юнга = 1100 МПа
- Коэффициент Пуассона = 0.40
- Предел текучести = 7.5 МПа
- Модуль упрочнения R = 20 МПа
- Показатель упрочнения m = 200
- Модуль упрочнения k = 3 МПа

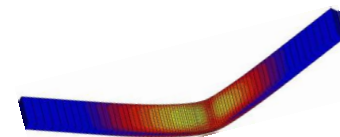
- ✓ Стекловолокно

- Модель: *упругая*
- Плотность = $2.54 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³
- Модуль Юнга = 72000 МПа
- Коэффициент Пуассона = 0.22
- Объемная доля: 30%
- Длина/диаметр = 15

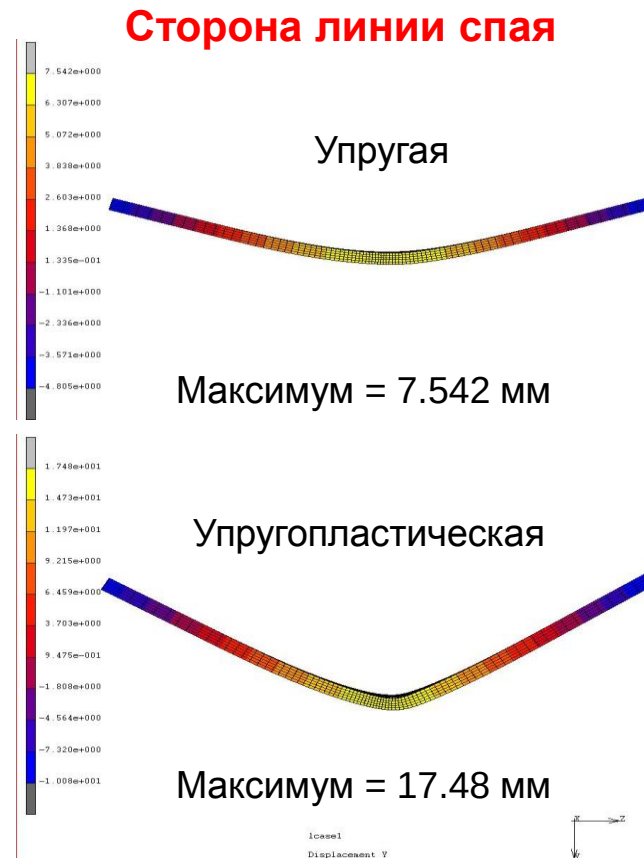
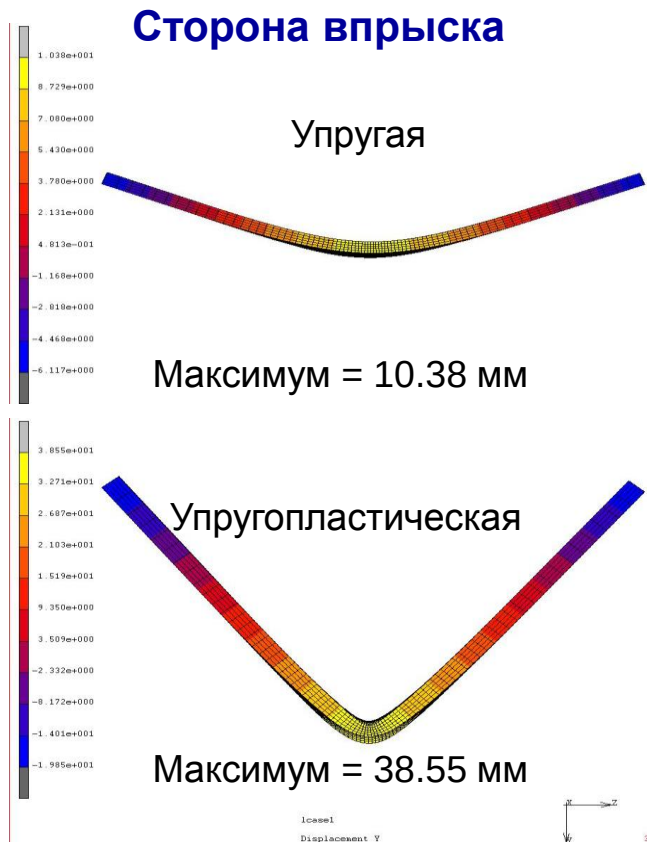
- ✓ Модель разрушения (First Pseudo-Grain Failure, FPGF)

- Максимальное растягивающее напряжение 11 = 60 МПа
- Максимальное растягивающее напряжение 22 = 30 МПа
- Доля поврежденных псевдозерен до разрушения: 100%

Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб

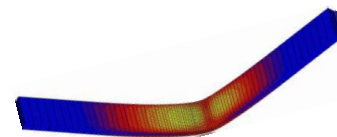


- Деформации (Y)

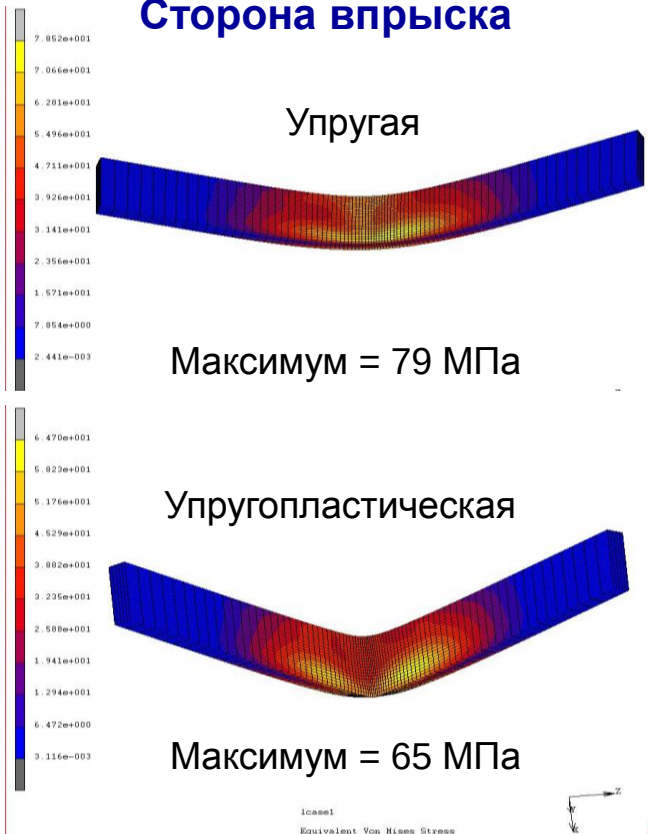


Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб

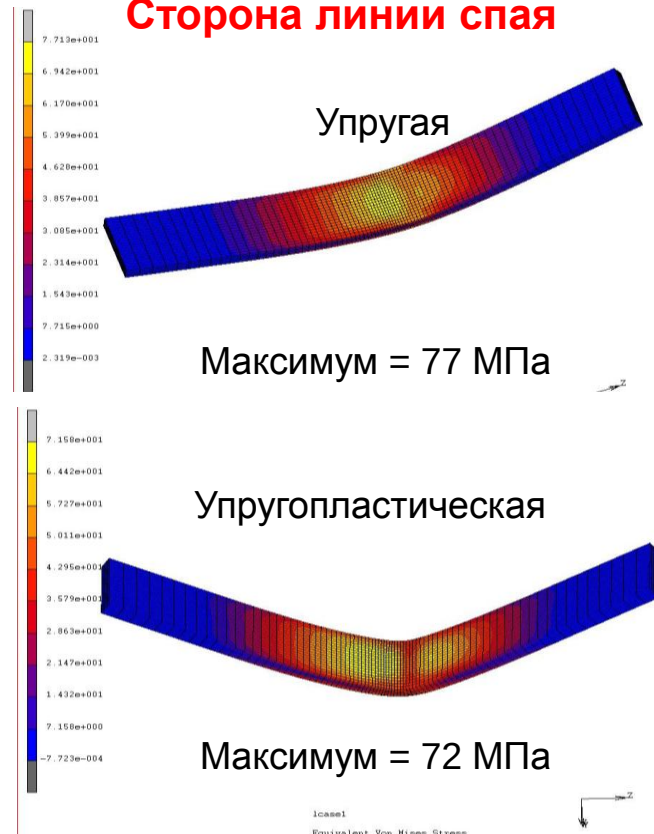
- Эквивалентные напряжения (по Мизесу)



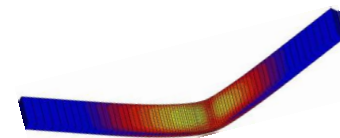
Сторона впрыска



Сторона линии сгиба

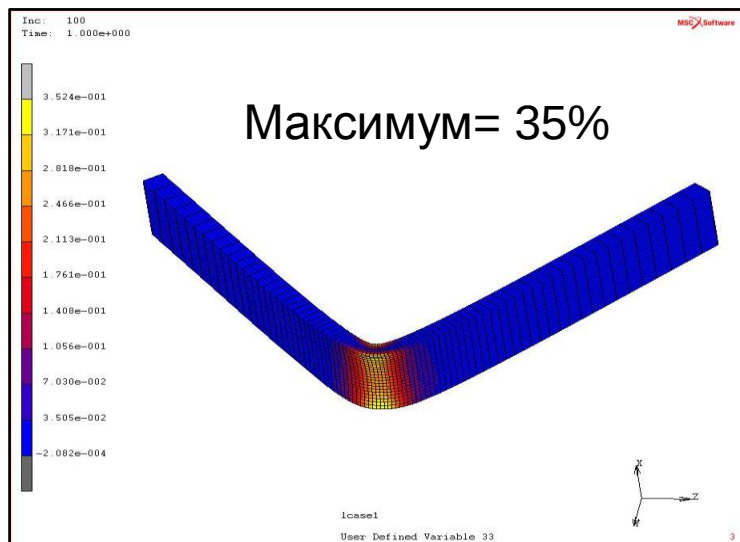


Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб

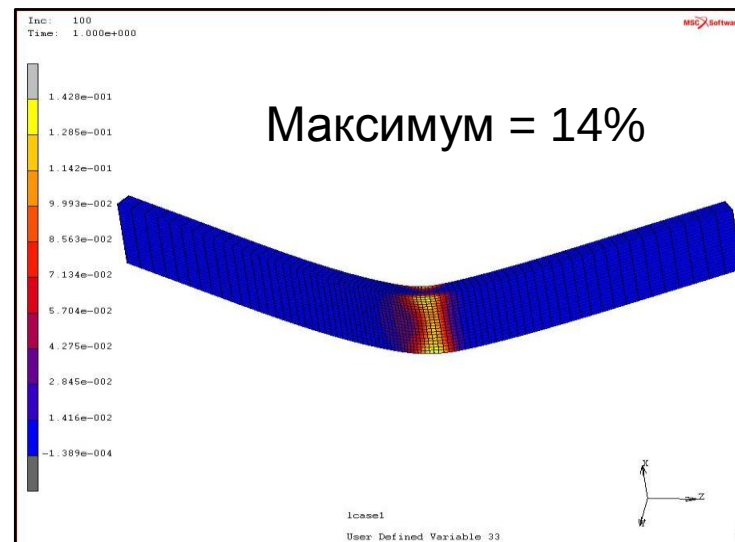


- Упругопластическая модель
 - ✓ Эквивалентные пластические деформации в материале матрицы

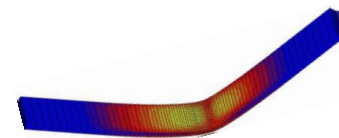
Сторона впрыска



Сторона линии спая



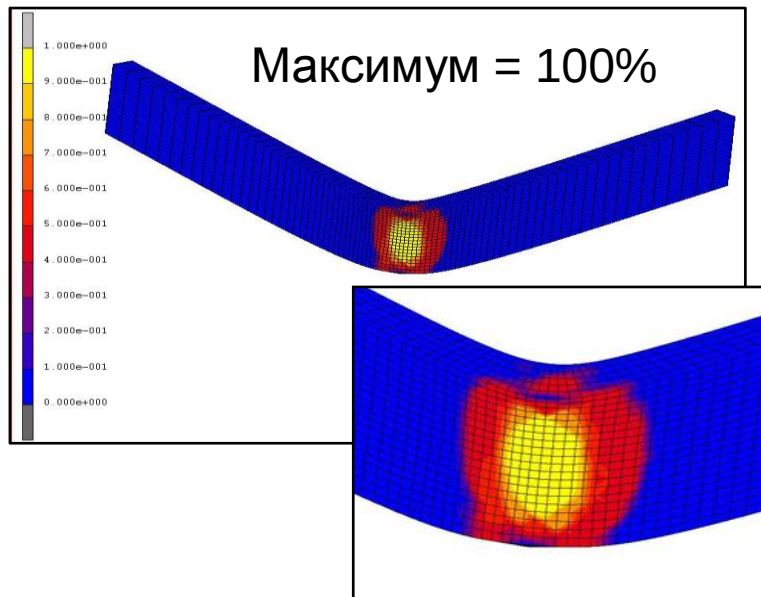
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



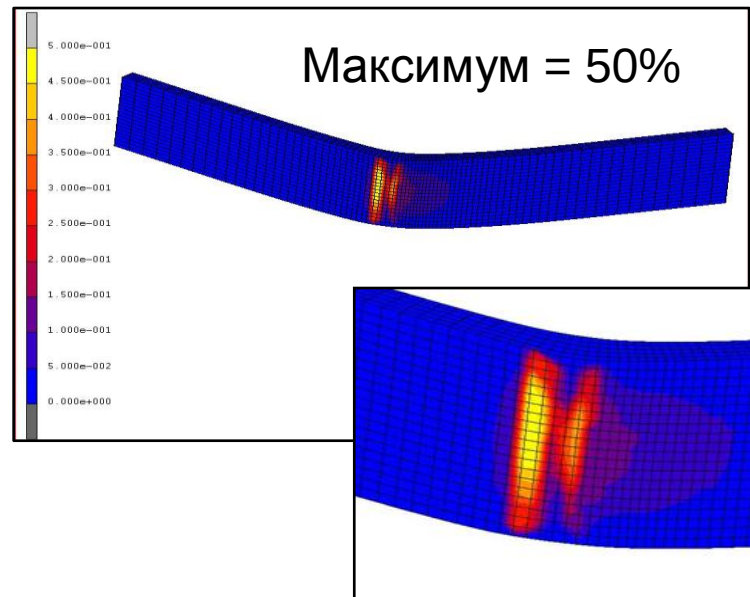
- Упругопластическая модель

- ✓ Распределение разрушенных псевдо-зерен (FPGF)

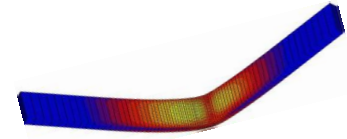
Сторона впрыска



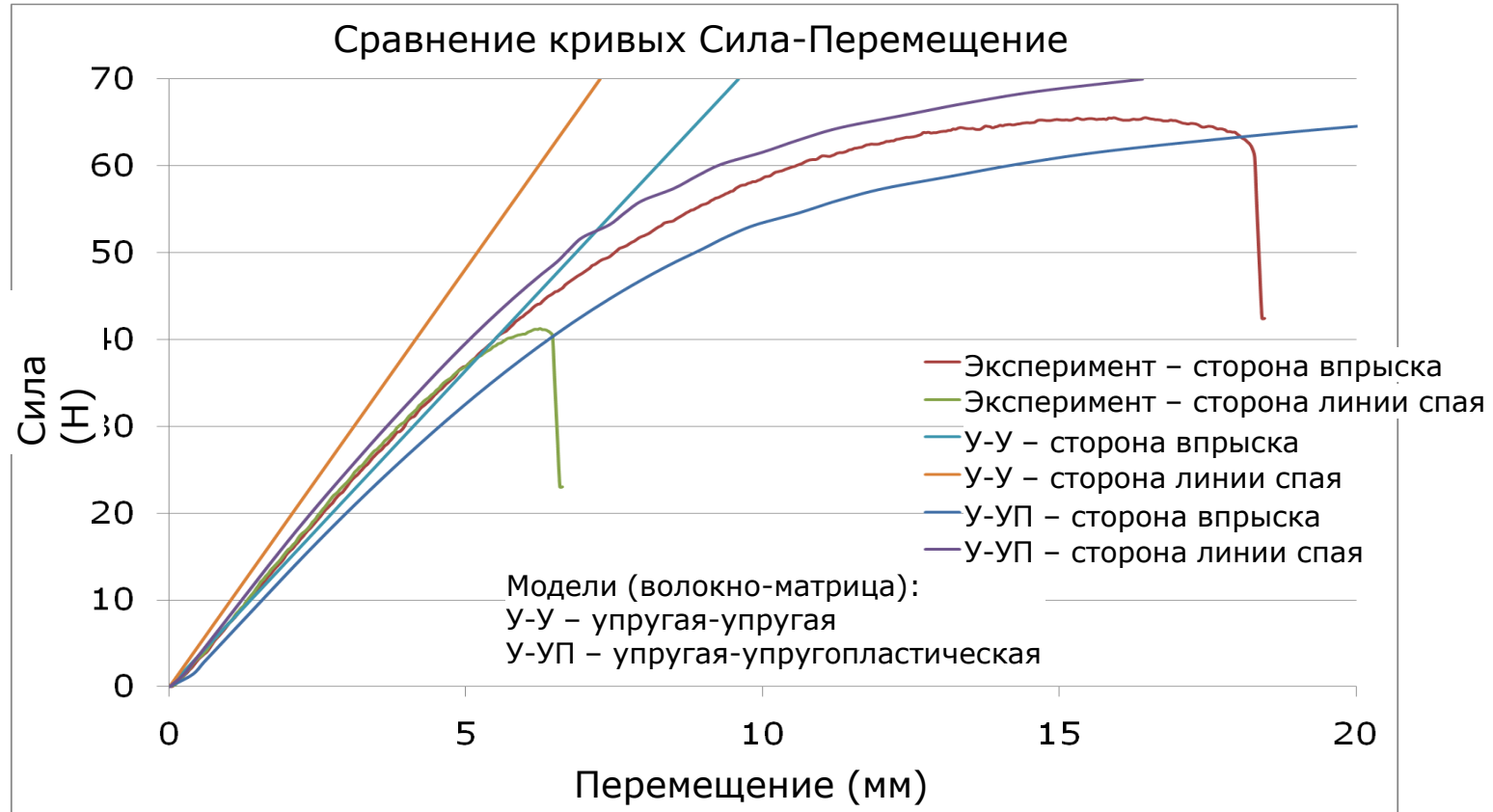
Сторона линии смятия



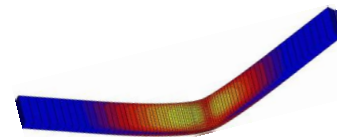
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



- Кривая Сила-Перемещение



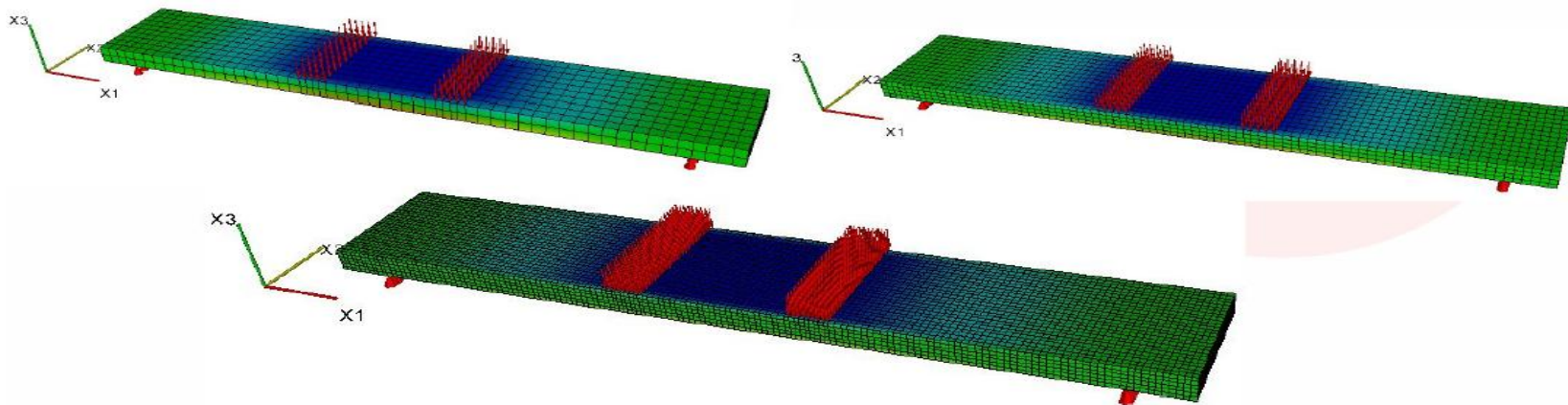
Digimat-CAE/Marc: Испытание на изгиб



- Заключение
 - ✓ Большое влияние ориентации:
 - Изгибные деформации располагаются необязательно в середине модели.
 - Модель разрушается при меньшем значении давления для стороны впрыска
 - ✓ Очень важно задать нелинейную модель поведения матрицы для лучшего согласования с результатами эксперимента

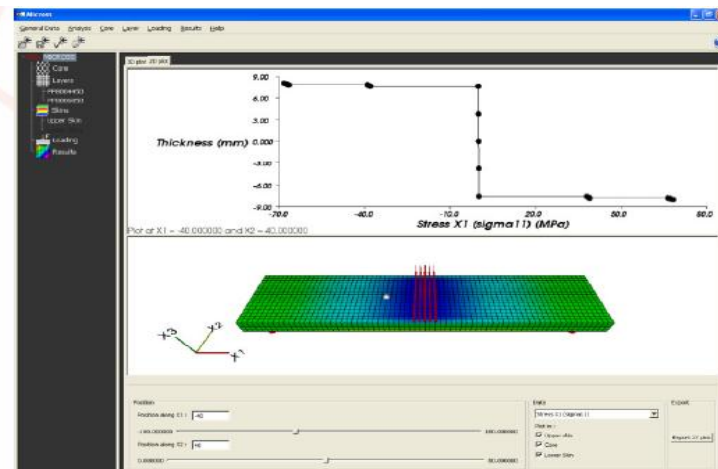
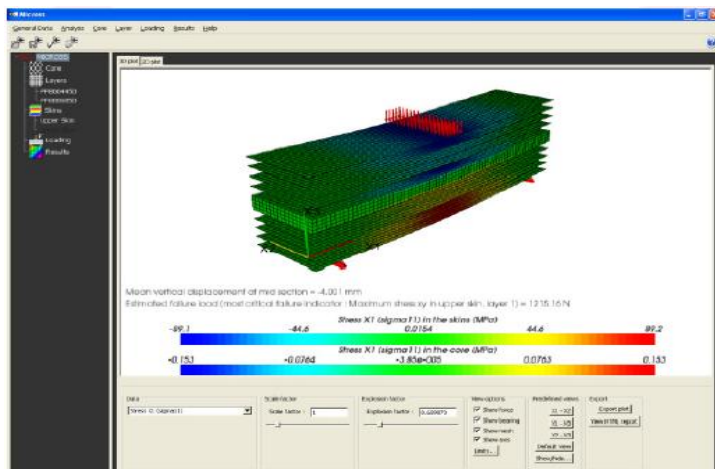
Micross: Конечно-элементный решатель

- Встроенный конечно-элементный решатель
- Три варианта нагружения – трехточечный и четырехточечный изгиб, сдвиг в плоскости
- Конечно-элементная сетка создается автоматически
 - ✓ Грубая
 - ✓ Средняя
 - ✓ Высококачественная
- Время решения: менее 10 мин.



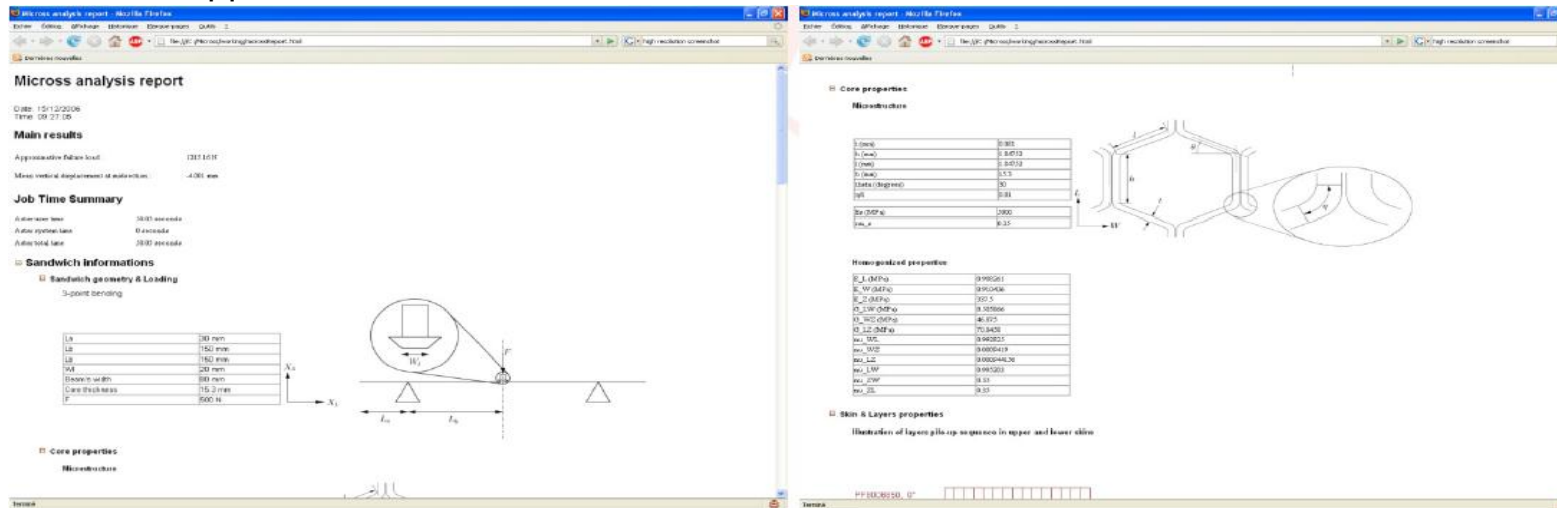
Micross: Обработка результатов

- Визуализация конечно-элементных результатов
 - ✓ 3D отображение
 - ✓ График (распределение по толщине)
- Возможные варианты вывода:
 - ✓ Напряжения, деформации, перемещения
 - ✓ Критерии разрушения
 - ✓ Обшивка: максимальные напряжения, Tsai-Wu, Tsai-Hill, Azzi-Tsai-Hill
 - ✓ Наполнитель: сдвиг, сжатие



Micross: отчет в формате HTML

- Автоматическое создание отчета, включающее:
 - ✓ Исходные данные
 - ✓ Основные результаты расчета:
 - Прогиб срединной поверхности
 - Оценка разрушающей нагрузки (на основе наихудшего критерия разрушения)
 - ✓ Свойства гомогенизации
 - Для наполнителя



Спасибо за внимание



+7 495 363 06 83

marketing.russia@mscsoftware.com

Москва, ул. Зоологическая, 26, стр. 2

www.mscsoftware.ru

www.mscsoftware.com