

## e-Xstream engineering расширяет возможности проектирования композитных деталей для 3D-печати

Компания *e-Xstream engineering*, входящая в *MSC Software* (подразделение *Hexagon MI*), представила новую версию программного комплекса *Digimat* с расширенным функционалом для поддержки аддитивных технологий. В новой версии пользователи могут не только виртуально промоделировать технологический процесс изготовления композитной детали методом 3D-печати и откалибровать свой материал по результатам компьютерной томографии, но и определить стоимость изготовления.

В настоящее время аддитивное производство изделий из композиционных материалов активно набирает обороты. Интерес к нему связан, в первую очередь, с возможностью создания деталей топологически оптимальной формы из материала с высокой удельной прочностью и жесткостью (например, из полимера, армированного рубленными или непрерывным волокном). Новая версия *Digimat* позволяет моделировать процессы 3D-печати и калькулировать суммарные затраты на производство каждой детали, включая расход материалов, затраты на электроэнергию, помещение, оборудование, трудозатраты и завершающую (финишную) обработку.

Используя новые возможности *Digimat*, можно получить комплексное представление о стоимости всех этапов технологической цепочки изготовления с целью их оптимизации. Это особенно важно при планировании стоимости партии деталей, когда можно увеличить производительность и сократить сроки выполнения заказа за счет одновременного изготовления нескольких деталей. Информация о структуре затрат представляется в виде графиков, благодаря чему легко проанализировать стоимость изделия для различных сценариев (рис. 1).

По мнению ведущих экспертов, к 2030 году мировой спрос на аддитивные технологии для композитных деталей вырастет до 1.7 млрд. долларов. Однако, несмотря на оптимистичные прогнозы, широкое применение композитов для 3D-печати ограничено рядом трудностей при проектировании изделий. Поскольку ориентация армирующих волокон может быть различна в каждой точке конструкции, это приводит к анизотропии свойств материала, что оказывает существенное влияние на механические характеристики (прочность и жесткость) и форму детали после изготовления. Как следствие, одной из главных проблем при моделировании является точное определение механических и тепловых характеристик композиционных материалов.

Решить эту проблему позволяет программный комплекс *Digimat*, опирающийся на микроуровневый подход для точного определения характеристик материала в каждой точке конструкции. Полученные характеристики используются при моделировании процесса изготовления детали с целью определения её коробления и получения скомпенсированной геометрии для 3D-печати, а также определения прочности и жесткости будущей детали с учетом выбранных технологических параметров и стратегии изготовления.

Для повышения точности моделирования предусмотрена возможность импортирования трехмерного изображения



Рис. 1. Анализ средствами *Digimat* затрат на аддитивное производство

материала (RAW-файлы), полученного в результате компьютерной томографии, и построения на его основе конечно-элементной (КЭ) модели композиционного материала с реальной микроструктурой после изготовления. Используя КЭ-модель для уточнения микроструктуры модели материала (которая изначально была задана “идеальной”), пользователь может откалибровать свою модель материала.

Определение сложных характеристик материала (например, ползучести) с реальной микроструктурой, полученной из результатов компьютерной томографии, может потребовать длительных вычислений. Заложенные в *Digimat* высокоэффективные вычислительные алгоритмы (параллелизация, встроенный решатель на основе быстрого преобразования Фурье (*FFT solver*) и использование графического процессора) значительно ускоряют получение точных характеристик материалов.

При проектировании высоконагруженных конструкций из композитов (например, изделий для авиакосмической промышленности), модели прогрессирующего разрушения (*PFA*) позволяют определить запас прочности детали. *Digimat* включает современные теории разрушения, в том числе *Camanho*, для эффективного и точного моделирования прогрессирующего разрушения. Новая версия выполняет анализ прочности в несколько раз быстрее, что позволяет не только моделировать прогрессирующее разрушение, но и быстро проводить параметрические исследования детали – например, для определения предельных допусков на дефекты в материале.

В ходе отладки новых производственных процессов пользователи получают данные о характеристиках детали, свойствах материала, 3D-принтере, параметрах технологического процесса изготовления, а также о результатах натурных испытаний. Это очень ценная для компании информация. Платформа *MaterialCenter* для управления данными по материалам предоставляет возможность сохранить, систематизировать и управлять этими данными для последующего их использования при проектировании.

По материалам компании *MSC Software* (подразделение *Hexagon MI*).

Подробнее о *Digimat* можно узнать на сайте [www.e-xstream.com](http://www.e-xstream.com)