

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА КОМПОЗИТОВ

Вовченко Д.Д., магистр

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Разнообразие и сложность структуры композиционных материалов приводит к проблемам при их моделировании и расчете. Многие инженерные пакеты не дают возможность работать с композитами. Вследствие этого разными фирмами разработаны программные комплексы, ориентированные на композиты.

Рассмотрим некоторые из этих программ и их возможности.

COMSOL Multiphysics - это интегрированная платформа для моделирования, включающая в себя все его этапы: от создания геометрии, определения свойств материалов и описания физических явлений, до настройки решения и процесса постобработки, что позволяет получать точные и надежные результаты. Чтобы создавать модели для специализированных прикладных и инженерных задач, вы можете дополнять возможности программного пакета COMSOL Multiphysics модулями расширения в любом их сочетании. Модули интеграции позволяют применять при моделировании другие инженерные и математические программные средства, используемые при разработке устройств и процессов. Разработав модель, вы можете превратить ее в приложение для моделирования со специализированным пользовательским интерфейсом, которое можно будет использовать пользователями вне отдела разработчиков.

Модуль «Нелинейные конструкционные материалы» дополняет механические возможности модулей «Механика конструкций» и «Микроэлектромеханические системы» нелинейными моделями материалов, в том числе допускающими большой сдвиг при пластической деформации. При возникновении высоких механических напряжений в конструкции нелинейность свойств материалов приходится отказываться от линейных моделей материалов. Модуль «Нелинейные конструкционные материалы» содержит дополнительные модели сверхупругих, упруго-пластичных, ползучих и вязко-пластичных материалов.

В качестве исходной точки можно прямо в пользовательском интерфейсе легко создавать определяемые пользователем модели материалов, основанные на инвариантах напряжения или деформации и законах течения и ползучести, а также использовать встроенные основные

законы. Можно комбинировать модели материалов и добавлять возможности мультифизики.

DIGIMAT - это современная нелинейная многомасштабная платформа для моделирования материалов и структуры, которая помогает инженерам разрабатывать и оптимизировать композитные материалы быстрым и экономичным способом. Из небольших нанокомпозитов с использованием сотовых сэндвич-панелей до армированных волокнами пластмасс, резины и твердых металлов программное обеспечение DIGIMAT охватывает большое количество материалов, используемых в автомобильной, аэрокосмической, потребительской и промышленной индустрии. Также, представляет пользователю ряд интерфейсов для конечно-элементных программных систем компьютерного инжиниринга (ANSYS, LS-DYNA, SIMULIA/Abaqus и др.), предназначенных для компьютерного моделирования и исследования проблем механики деформируемого твердого тела, механики конструкций и программных систем конечно-элементного моделирования процессов литья пластмасс (Moldex3D, Moldflow и др.).

Сочетание DIGIMAT с LS-DYNA позволяет пользователям учитывать микромеханическое поведение их композиционных материалов в ходе полного структурного анализа. Используя метод «гибридного» решения, дополнительное время вычисления не требуется, и путем сопоставления ориентаций волокон от программного обеспечения для моделирования процессов в ходе структурного проектирования рассматривается полная технологическая цепочка от пригодности к эксплуатации. Анализ может быть выполнен неявным и явным. Связь с моделированием процессов доступна для всех основных программных инструментов, доступных на рынке, таких как Moldflow для моделирования формования или Simulayt для драпировки.

Femap – это передовая программная среда для решения задач инженерного анализа, позволяющая создавать конечно-элементные модели сложных изделий и систем и анализировать полученные результаты. Femap дает возможность моделировать компоненты, узлы и системы и помогает четко представить картину поведения исследуемой конструкции. Femap может помочь Вам в моделировании и постпроцессинге результатов расчета композитных конструкций. При помощи редактора и средств отображения композитов в Femap Вы можете изменять свойства композитных материалов, например, с помощью создания или редактирования свойств отдельных слоев.

Вам также доступен постпроцессинг результатов анализа композитных материалов с помощью инструмента Femap global composite ply, который позволяет отображать результаты в неразрывных слоях конструкции. Femap не зависит от применяемых конечно-элементных решателей и предоставляет пользователю полнофункциональный пре- и постпроцессинг для всех основных решателей на рынке, в том числе для NX Nastran, Ansys, LS-DYNA, Abaqus и TMG. Вы получите все преимущества использования

усовершенствованных возможностей расчета в этих решателях благодаря средствам комплексной поддержки моделирования и анализа Femap, в частности, при динамическом анализе, различных типах нелинейного анализа, анализе теплопереноса и гидрогазодинамики.

LS-DYNA предназначена для решения трёхмерных динамических нелинейных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопереноса, а также связанных задач. LS-DYNA нашла широкое применение в таких отраслях науки и техники, как автомобилестроение (симуляция краш-тестов), военно-промышленный комплекс (симуляция взрывов боеприпасов и их воздействие на окружающие предметы), авиа- и ракетостроение (проектирование реактивных двигателей и сопел) и так далее.

В LS-DYNA реализованы явный и неявный метод конечных элементов с возможностью построения лагранжевой, эйлеровой и гибридной сетки, многокомпонентная гидродинамика, бессеточный метод сглаженных частиц, бессеточный метод, основанный на методе Галеркина. Программа имеет встроенные процедуры автоматической перестройки и сглаживания конечно-элементной сетки при вырождении элементов, высокоэффективные алгоритмы решения контактных задач, широкий набор моделей материалов, возможности пользовательского программирования. С 1996 г. решатель LS-DYNA встроен в пакет программ ANSYS, где используется для решения задач динамического анализа. В 2006 г. решатель LS-DYNA также вошел в состав пакета программ MD NASTRAN, также он поддерживается программой MEDINA.

OptiStruct - современное и надежное средство решения линейных и нелинейных задач для структурного анализа при статических и динамических нагрузках. Это уникальная, передовая конечно-элементная технология для создания концепции дизайна и многопараметрической топологической оптимизации конструкций. Это ведущее в своей области решение для проектирования и оптимизации строительных конструкций. На основе технологии конечных элементов и многомерных динамик, а также с помощью усовершенствованных алгоритмов анализа и оптимизации OptiStruct помогает быстро разрабатывать инновационные, легкие и конструктивно эффективные проекты. Технология оптимизации OptiStruct позволяет оптимизировать конструкции по критериям минимизации массы, максимальной жесткости, спектру собственных частот. Специальный встроенный сабмодуль позволяет с помощью методов топологической и топографической оптимизации создавать оптимальные конструкции из слоистых композитов, причем данные конструкции могут быть переменной толщины, сколь угодно сложной формы, а слои материалов могут быть также армированы волокнами. В кратчайшие сроки OptiStruct позволит применить заложенные в него уникальные, запатентованные компаний Altair технологии, чтобы из десятков тысяч возможных вариантов сложных

композиционных конструкций выбрать несколько оптимальных конфигураций, что в десятки раз сократит время, затраченное на разработку конструкции.

Список литературы

1. <https://www.comsol.ru/comsol-multiphysics>
2. <https://www.dynamore.de/en/products/digmat>
3. <https://www.plm.automation.siemens.com/ru/products/femap/features/index.shtml>
4. <http://www.lstc.com/products/ls-dyna>
5. http://www.hyperworks.compmechlab.ru/article/hyperworks_optistruct_basic_info

SPECIALIZED SOFTWARE FOR MODELING AND CALCULATION OF COMPOSITE MATERIALS

The main programs intended for modeling and calculation of composite materials, such as COMSOL Multiphysics, DIGIMAT, Femap, LS-DYNA, OptiStruct are considered. It is noted that these programs can be successfully modeled carbon fiber, fiberglass, organoplastics based on epoxy phenol-formaldehyde, silicone resins and epoxy boroplastics, etc.

УДК 53:51

ФРАКТАЛЫ

Вусиков М.Г., магистр

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Говоря простым языком, фрактал — это геометрическая фигура, определенная часть которой повторяется снова и снова, изменяясь в размерах. Отсюда следует принцип самоподобия. Все фракталы подобны самим себе, то есть они похожи на всех уровнях. Существует много типов фракталов, причем здесь описываются довольно большое их количество.

Однако фракталы — не просто сложные фигуры, сгенерированные компьютерами. Все, что кажется случайным и неправильным может быть фракталом. Теоретически, можно сказать, что все, что существует в реальном мире, является фракталом, будь то облако или маленькая молекула кислорода. Фракталы проявляют хаотическое поведение, благодаря которому они кажутся такими беспорядочными и случайными. Но если взглянуть достаточно близко, можно увидеть много аспектов самоподобия внутри фрактала. Например, посмотрите на дерево, затем выберите определенную ветку и изучите ее поближе. Теперь выберите связку из нескольких листьев. Для ученых, занимающихся фракталами (которых иногда называют хаологами), все эти три объекта представляются идентичными.