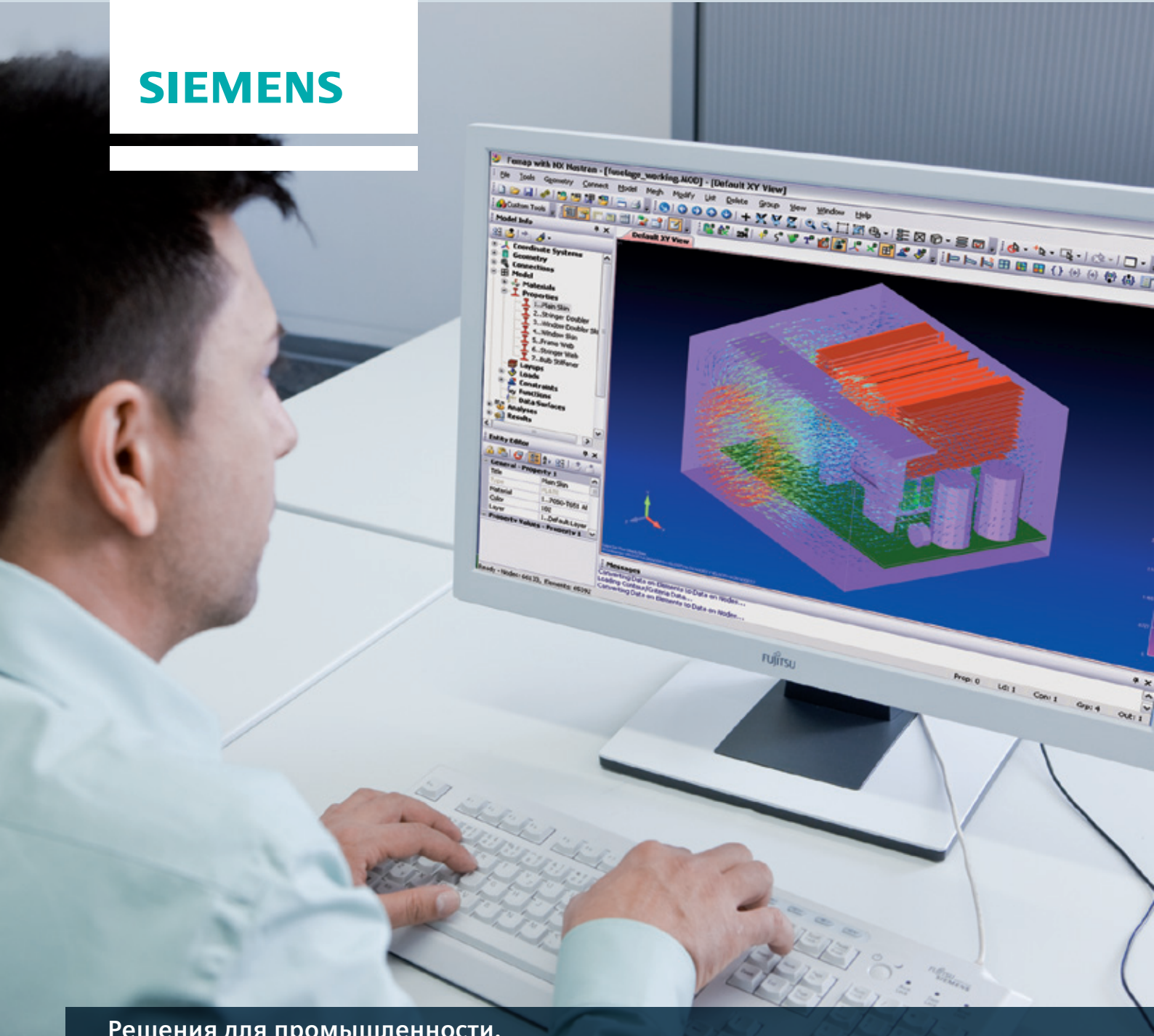


SIEMENS



Решения для промышленности.

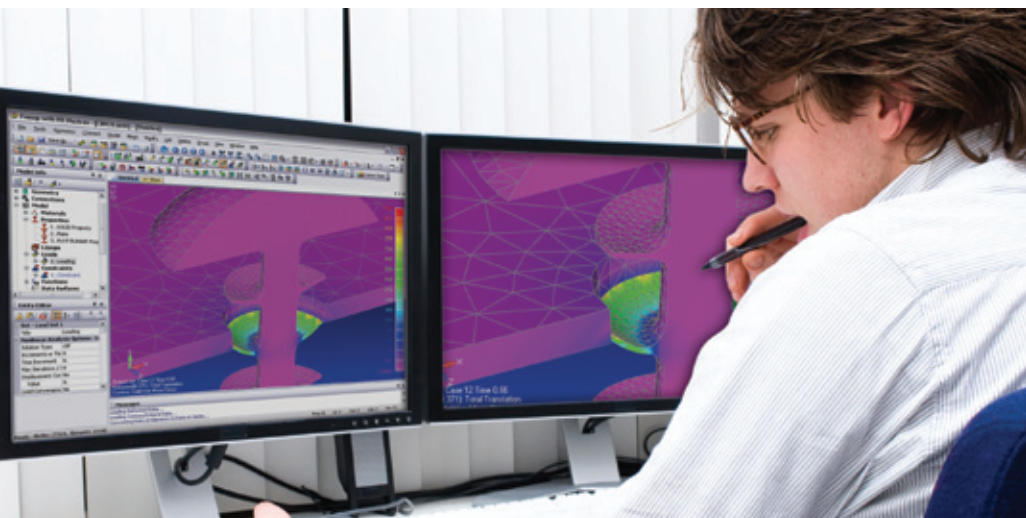
Руководство покупателя программного обеспечения для анализа методом конечных элементов (МКЭ)

Советы по выбору решения для анализа методом конечных элементов

[siemens.com/plm/femap](https://www.siemens.com/plm/femap)

Для обеспечения эффективного моделирования и анализа методом конечных элементов необходимо обратить особое внимание на пре- и постпроцессорную часть решения. Данный документ даст Вам понимание того, на что следует обращать внимание, и описывает многие преимущества, получаемые от использования пре- и постпроцессоров мирового класса.





“Преимуществами [использования мощных пре- и постпроцессоров] являются значительное снижение количества ошибок при проектировании, лучшее качество изделия, избавление от необходимости вносить исправления в процесс производства и значительное сокращение затрат.”

Cui Zhongqin

Главный инженер компании

«Гидравлическое машиностроение» г. Баотоу

При выборе решения для анализа методом конечных элементов (МКЭ) прежде всего Вам следует оценить пре- и постпроцессор, так как его работа критически важна для обеспечения скорости и точности анализа. Инженеры-расчетчики используют пре- и постпроцессор для работы с различными файлами данных, разработки разнообразных способов идеализации модели, поддержки одного или нескольких решателей и составления данных и отчетов, отвечающих внутренним и внешним требованиям. Технические директоры полагаются на пре- и постпроцессор для сокращения рисков, связанных с точностью расчетов, когда необходимо соблюсти сжатые сроки разработки изделия.

Хотя задачу быстрого предоставления точных результатов выполняют КЭ-решатели, роль пре- и постпроцессоров также необходимо учитывать. Пре- и постпроцессор позволяет идеализировать модель изделия на основании геометрической информации и затем смоделировать поведение этой модели в определенных реальных условиях.

Степень контроля, обеспечиваемая пре- и постпроцессором, крайне важна для повышения качества модели при сокращении времени анализа. Качество и точность модели могут снижаться при повышении сложности анализа и моделей.

Это руководство описывает важную роль пре- и постпроцессора в повышении точности результатов анализа методом конечных элементов и максимально эффективного использования инженерных ресурсов. Прочтите это руководство для получения информации о следующих важных вопросах:

- Точность
- Пользовательский интерфейс
- Доступ к CAD-данным
- Интерпретация результатов
- Создание и идеализация КЭ-моделей
- Автоматизация и кастомизация
- Поддержка решателя и масштабируемость решений
- Общая ценность и поддержка

Роль пре- и постпроцессора и процесс КЭ-моделирования

Сложнейшей задачей для проектировщиков является устранение рисков, неизбежно возникающих при проектировании любого нового изделия. Технологии КЭ-анализа помогают значительно сократить эти риски, именно поэтому они так широко используются. Передовые технологии пре- и постпроцессинга могут дать существенные дополнительные преимущества в различных видах анализа. Преимущества в точности и контроле достигаются с помощью упрощения и очистки геометрии и дискретизированных данных, на основе которых создается конечноэлементная модель, и обеспечения понятности и значимости результатов расчетов. На рис. 1 показана роль пре- и постпроцессора и решателя в процессе проектирования изделия.

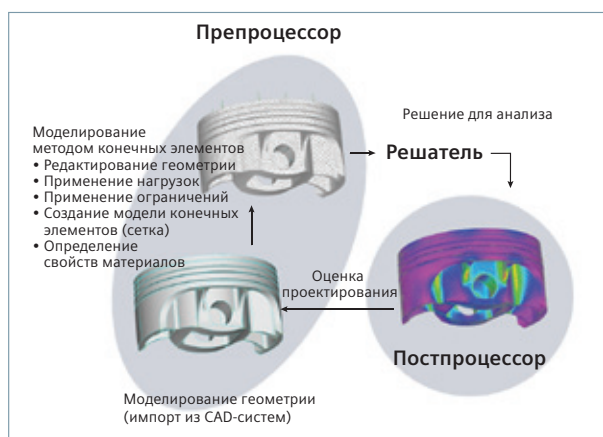


Рис. 1: Процесс анализа методом конечных элементов.

Роль пре-процессора, как показано на рис. 2, заключается в импорте данных геометрии, ее исправлении и дискретизации или создании сетки в целях идеализации физической конструкции и создания КЭ-модели для анализа. Возможности автоматизации и кастомизации, предоставляемые пре-процессором, могут помочь ускорить этот процесс. После анализа с помощью решателя постпроцессор импортирует результаты и отображает их в графическом формате,



Рис. 2: Роль конечноэлементного пре- и постпроцессора.

что помогает понять поведение модели. Обладая хорошим пониманием поведения конструкции на основании результатов анализа, инженер-расчетчик может вновь обратиться к пре-процессору для дальнейшего уточнения модели в случае необходимости повторного анализа. Важность создания сетки КЭ-модели нельзя недооценивать как в отношении точности, так и в отношении скорости анализа. На рис. 3 показан анализ сходимости по сетке в пре-процессоре, который может помочь в определении идеального размера сетки, чтобы сократить время выполнения без снижения точности. В отчете с заголовком "Стратегии снижения затрат при проектировании: использование численного моделирования для принятия оптимальных решений" исследователи Aberdeen Group из Бостона обнаружили, что инженеры 61 % компаний, признанных в отчете лучшими в своем классе, могут контролировать элементы сетки, и эта возможность контроля играет большую роль в успехе компании. Ссылка на этот отчет приводится в разделе "Прочие ресурсы".

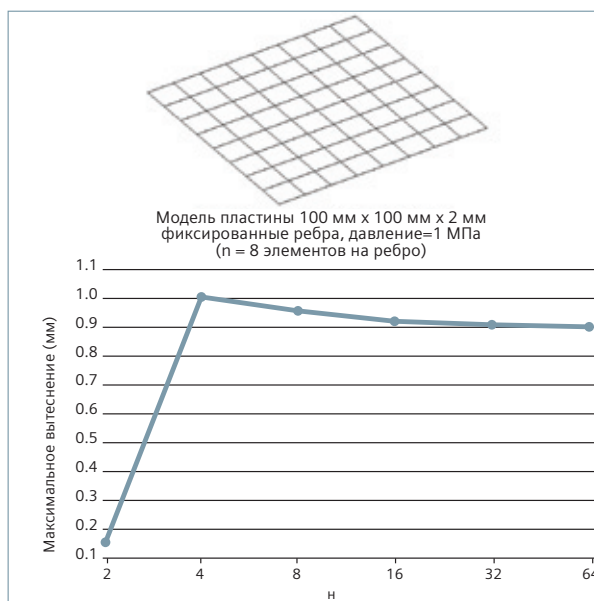
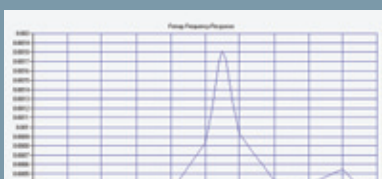


Рис. 3: Анализ сходимости по сетке может помочь определить необходимый размер модели для обеспечения точности результатов.

Основные вопросы поставщику ПО



Точность – предоставляет ли Вам пре- и постпроцессор возможность контролировать процесс создания КЭ-модели, достаточную для создания эффективных КЭ-моделей без ущерба точности?



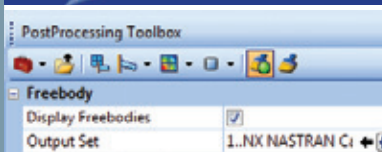
Доступ к CAD-данным – может ли препроцессор импортировать и обрабатывать геометрические данные из различных CAD-систем и форматов данных?



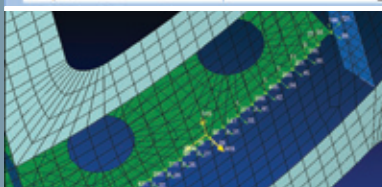
Создание и идеализация КЭ-модели – позволяет ли пре- и постпроцессор идеализировать определенные топологии, например, тонкостенные модели, и создавать уменьшенные, более точные конечноэлементные модели?



Поддержка решателя и масштабируемость решений – поддерживает ли пре- и постпроцессор экспорт входных файлов решателя и импорт файлов результатов решателя? Поддерживаются ли параметры, требуемые ведущими в отрасли решателями? Необходимо учитывать не только текущие потребности анализа, но и просчитывать потенциальную масштабируемость решения, поскольку в будущем могут потребоваться и другие типы анализа из-за влияния новых непредвиденных факторов.



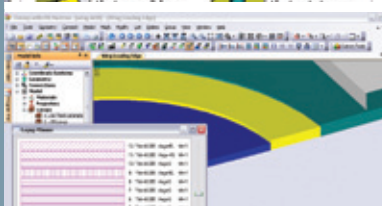
Интерфейс пользователя – повышает ли интерфейс пользователя производительность при использовании ПО и может ли способствовать ускорению обучения?



Интерпретация результатов – учитывая потенциально огромный объем данных, которые могут быть созданы КЭ-решением, важно уметь быстро интерпретировать результаты и получать понимание поведения модели для ускорения производственного цикла.



Автоматизация и кастомизация – есть ли в пре- и постпроцессоре встроенные инструменты, возможности создания макросов и интерфейс программирования приложений? Возможно ли хранение информации и можно ли автоматизировать рабочие процессы и адаптировать их к процессам в организации? Пре- и постпроцессор должен уметь автоматизировать времяемкие задачи, а также позволять инженеру-расчетчику сохранять контроль над изменениями, внесенными в модель, и этапами КЭ-анализа. Может ли пре- и постпроцессор взаимодействовать со сторонними программами?



Общая ценность и поддержка – предоставляет ли поставщик постпроцессора достаточную поддержку для обеспечения максимальной производительности? Выпускает ли поставщик регулярные обновления ПО, содержат ли они новые полезные возможности и исправлены ли в них ошибки прежних версий?

Вопросы по пре- и постпроцессору

«Создание сложных моделей, точных и позволяющих производить анализ быстро, дает нам конкурентное преимущество и является важнейшим при создании технически сложных и космических аппаратов в кратчайшие сроки»

Jeff Preble (Джефф Пребл)
Президент
SpaceWorks Engineering

“Один балочный элемент заменяет сотни твердотельных элементов. Это является несомненным преимуществом Femtar. Можно начать создание модели с узлов и элементов, а не только с твердотельной геометрии.”

Alexander Naatje (Александр Наатье)
Главный инженер проектов
Femto Engineering BV

“Другие продукты нацелены на автоматическое создание сетки сложных механических компонентов, что может сделать и Femtar. Но если попытаться создать сетку какого-либо большого изделия, например, каркаса [буровой установки], модель будет состоять из твердотельных элементов, и будет слишком большой. Моделирование с использованием балок и пластин в этом случае – лучшая альтернатива, которая широко используется в Femtar.”

Timo de Beer (Тимо де Беер)
Главный инженер-проектировщик
строительных конструкций
GustoMSC

Эти основные разделы предоставляют дополнительную информацию и ответы на главные вопросы, которые необходимо задать поставщику ПО при выборе решения для анализа методом конечных элементов.

Точность

Препроцессор должен предоставлять возможность полного контроля над созданием и изменением сетки конечных элементов. То есть должны быть доступны инструменты создания сетки для создания элементов надлежащего размера и формы в нужных позициях, чтобы обеспечить точные результаты при расчете финального варианта модели.

Доступ к CAD-данным

Существует возможность использования трехмерной модели подлежащего анализу проекта для создания конечноэлементной модели. В этих целях CAD-данные можно импортировать для создания сетки и идеализации. Важно, чтобы пре- и постпроцессор был CAD-нейтральным, поскольку существует множество различных CAD-систем и форматов данных. Препроцессор должен уметь работать с импортированными геометрическими данными из всех ведущих CAD-систем, включая Solid Edge®, SolidWorks, Autodesk, NX™, Pro/Engineer, Catia и I-deas™. Препроцессор также должен иметь возможность импорта CAD-геометрии, представленной в стандартных для отрасли форматах данных, включая Parasolid®, ACIS, STEP, IGES, VDA и DXF.

Создание и идеализация КЭ-моделей

Создание КЭ-моделей является важнейшей частью процесса численного моделирования и влияет как на точность, так и на эффективность анализа. Сложная CAD-геометрия, например, с наличием небольших кривых или лентовидных поверхностей, является одной из наиболее серьезных трудностей, возникающих при создании КЭ-модели из трехмерной модели.

Оставленные без исправления, эти и другие подобные геометрические ошибки ухудшают качество сетки и в итоге снижают точность результатов и эффективность решения. Препроцессор должен эффективно обнаруживать все подобные несовершенства геометрии и исправлять или полностью удалять их из модели, при этом обеспечивая сохранение всех других связанных данных модели, таких как определение граничных условий.

В дополнение к доступу и импорту CAD-данных пре- и постпроцессор должен также создавать и управлять геометрией и конечноэлементными объектами в отсутствие какой-либо геометрии.

Время, затрачиваемое на выполнение анализа, прямо пропорционально размеру модели, как показано на рис. 4 и 5. Размер модели зависит от количества узловых точек и соответствующих им степеней свободы в модели. Определенные топологии можно идеализировать для значительного сокращения размера модели без снижения точности.



Рис. 4: Время решения относительно размера модели.

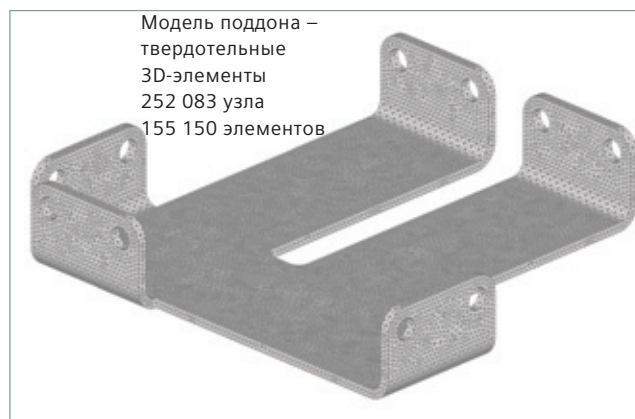


Рис. 5: Сравнение размеров тонкостенных моделей.

Например, тонкостенные конструкции можно представлять в виде меньшего количества двумерных оболочечных элементов корпуса вместо множества твердотельных элементов. Подобным образом длинные узкие топологии можно моделировать с помощью одномерных балочных элементов, которые образуют гораздо меньшую КЭ-модель без потери точности. Препроцессор должен содержать средства идеализации геометрии, такие, как извлечение сетки для тонкостенных твердотельных объектов с помощью оболочечных элементов. Также необходимо предоставление инструментов моделирования балок.

Поддержка решателя и масштабируемость решений

Для решения различных типов физических процессов, например, для механического, гидрогазодинамического анализа или анализа столкновений, пре- и постпроцессор должен интегрироваться и поддерживать основные решатели, представленные на рынке, такие как NX Nastran®, NEi Nastran, MSC Nastran, TMG, Adina, LS-Dyna, Ansys, Abaqus и Sinda. Пре- и постпроцессор также должен поддерживать параметры определения КЭ-модели и контроля анализа при создании входного файла решателя, а также импорт полученных данных после решения.

Каждый из указанных выше решателей предоставляет несколько различных решений. Обычно в число типов анализа входят:

- линейная статика, т.е. статические нагружения и ограничения;
- свободные колебания, т.е. естественные частоты вибрации;
- линейная устойчивость;
- динамический отклик на переменные или основанные на частоте нагрузки;
- теплоперенос, как статический так и динамический;
- оптимизация параметров модели для снижения массы;
- нелинейный анализ для решения таких явлений, как сильное перемещение, нелинейные материалы и контакт;

- точные решения для нелинейного анализа столкновений;
- роторная динамика для вращающихся деталей;
- композиционные материалы;
- аэроупругость для моделирования влияния воздушного потока на конструкцию;
- анализ гидрогазодинамики и течения жидкости.

В некоторых решателях многие из этих расширенных функций представлены в модулях, которые можно приобрести в дополнение к базовому набору КЭ-функционала, который обычно ограничен решениями линейной статике, колебаний и устойчивости. Препроцессор должен поддерживать расширенный функционал. Чем больше таких возможностей поддерживается, тем больше масштабируемость решения. Масштабируемость позволяет выполнять больше видов анализа по мере накопления знаний и опыта. Это также позволяет расширить конфигурацию приобретенного программного обеспечения при возникновении необходимости выполнения более глубокого анализа.

Пользовательский интерфейс

Интерфейс пользователя пре- и постпроцессора должен быть простым для изучения и использования, что повышает производительность. Использование популярных и распространенных типов интерфейса, таких как Windows, может повысить удобство работы с интерфейсом. Кастомизация также важна, например возможность настроить пользовательский интерфейс по своим потребностям и обеспечивать быстрый доступ к часто используемым инструментам и функциям, скрывая редко используемые функции.

Понимание результатов

Каждое решение КЭ-модели может порождать огромный объем данных результатов. Возможность обработки этих данных и быстрого понимания поведения модели важна для ускорения циклов анализа. Соответственно, постпроцессор должен предоставлять полный контроль над выбором результатов и включать в себя мощный набор разнообразных инструментов для обработки и отображения результатов, одновременно облегчая восприятие данных. Просмотр результатов становится более сложным для моделей с высокой степенью идеализации, поэтому инструменты постпроцессинга должны предоставлять возможность легкого просмотра соответствующих количественных результатов для оболочечных и балочных элементов.

Автоматизация и кастомизация

Расширенные и сложные решения неизбежно требуют возможности изменения или оптимизации процесса численного моделирования. Также при настройке модели для анализа часто имеют место повторяющиеся наборы команд, выполнение которых было бы слишком трудоемкими без какой-либо автоматизации или сохранения сведений. Важно и взаимодействие или обмен данными с программными продуктами сторонних производителей, такими как Word и Excel. Возможности кастомизации интерфейса прикладного программирования (API) пре- и постпроцессора и программирования макросов бесценны при решении этих задач.

Общая ценность и поддержка

Отдельно от пре-постпроцессинга стоит вопрос оценки компании-вендора программного обеспечения в целом, помимо программного обеспечения. Эта оценка простирается далеко за границы финансовой и прочей статистики. Например: предлагает ли компания программное обеспечение в виде готового к использованию решения, предоставляет ли руководства пользователей, рекомендации и средства для обеспечения безопасности? Потребуется ли покупать что-либо дополнительно?

Обеспечение обновлений пре- и постпроцессора и его эффективное использование вызывает дополнительные вопросы помимо забот о покупке и установке. Что включено в пакет техподдержки? Каковы часы работы телефонной службы технической поддержки? Каковы условия и расценки технической поддержки на территории заказчика? Существует ли пробная версия с бесплатной поддержкой? Существует ли полезный веб-портал? Выпускаются ли версии с исправлением ошибок?

Заключение

Несомненно, выбор решателей для КЭ-анализа должен быть обдуманным. Также важен выбор пре- и постпроцессора. Существует множество практических вопросов, которые следует задать и получить ответы, чтобы убедиться, что Вы получите комплексное решение, обеспечивающее получение результатов в срок и без риска снижения качества модели и точности.

Другие материалы

Aberdeen: Публикация "Стратегии снижения затрат при проектировании".



Данный документ представляет собой руководство по использованию численного моделирования для оптимизации конструкторских решений.
www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/velocity/femap/cost-saving-engineering.shtml

Публикация "Анализ методом конечных элементов для всех инженеров"



Согласно AMR Research , производители видят возможность улучшить процессы разработки изделий, инвестируя в CAE-решения на протяжении нескольких ближайших лет. Целью этих инвестиций является установление более тесной связи между проектированием изделия и инженерным анализом в целях сокращения циклов разработки изделия и более эффективного использования инженерных ресурсов, для сокращения затрат и создания изделий, максимально соответствующих требованиям клиентов.
www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/velocity/femap/forms/fea_for_engineers.cfm

Публикация "10 основных причин перехода на Femap"



Необходимость снижения затрат и улучшения качества продукции приводит к росту использования численного моделирования на протяжении всего жизненного цикла изделия. Выбор правильных инструментов очень важен для того, чтобы численное моделирование приносило выгоду предприятию.
www.siemens.com/plm/femap

Бесплатная 45-дневная пробная версия Femap



Испытайте систему Femap with NX Nastran и изучите новейшие функции моделирования, доступные в Femap, а также мощные аналитические возможности признанного во многих отраслях промышленности решателя NX Nastran. Оцените, как комплексные приложения для имитационного моделирования и инженерного анализа способствуют сокращению затрат и сроков выпуска изделий на рынок посредством оптимизации конструкций, сокращения количества прототипов и физических испытаний.
www.siemens.com/plm/free-femap
www.siemens.com/plm/femap

Siemens Industry Software

Москва

115184 г. Москва
Ул. Большая Татарская, 9
Тел. +7 (495) 223 36 46
Факс +7 (495) 223 36 47

Санкт-Петербург

191186, г. Санкт Петербург,
наб. реки Мойки, д. 36, 6-й этаж
Тел./факс: +7 (812) 336-70-15

Екатеринбург

620078, г. Екатеринбург,
ул. Коминтерна, 16, офис 809,
Тел: +7 (343) 356-55-27
факс: +7 (343) 356-55-28

О компании Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, подразделение Siemens Industry Automation Division, ведущий мировой поставщик программных средств и услуг по управлению жизненным циклом изделий (PLM). Компания имеет более семи млн инсталлированных лицензий в более чем 71 000 компаниях по всему миру. Штаб-квартира компании Siemens PLM Software расположена в г. Плано, штат Техас, США. Siemens PLM Software сотрудничает с компаниями по продвижению открытых решений, помогая компаниям принимать интеллектуальные решения для создания лучших изделий. Для получения дополнительной информации по продуктам и услугам Siemens PLM Software посетите сайт www.siemens.com/plm.

© Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., 2012 г. Все права защищены. Siemens и логотип Siemens являются зарегистрированными товарными знаками Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix и Velocity Series являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками корпорации Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. либо ее дочерних компаний в США и других странах. Все остальные логотипы, товарные знаки, зарегистрированные товарные знаки и знаки обслуживания, используемые в настоящем документе, являются собственностью соответствующих владельцев.