

Преимущества анализа средствами *Autodesk Inventor Simulation Suite* в процессе проектирования

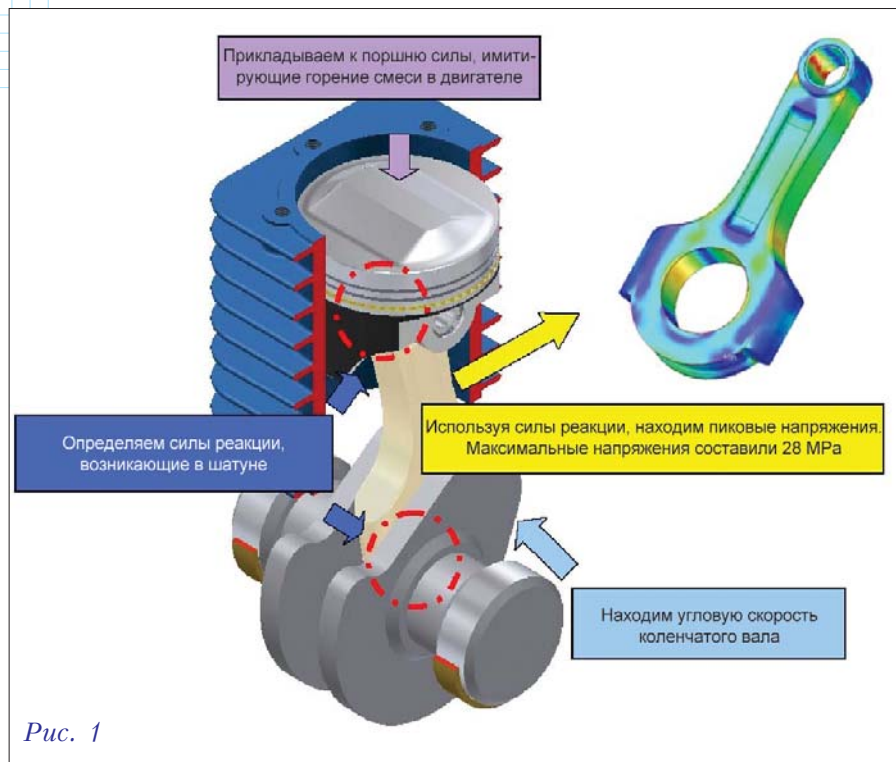
© 2007 Autodesk Inc.

За несколько прошедших десятилетий инженерам стали доступны десятки специализированных приложений для анализа методом конечных элементов (*Finite Element Analysis – FEA*) и для анализа движения. Эти комплексные технологии использовались прежде всего специалистами по инженерному анализу и моделированию процессов (симуляции). Главные недостатки такого программного обеспечения – необходимость глубоких знаний в области инженерных расчетов и недостаточная интеграция с *3D CAD*-системами. Конструкторы и инженеры-расчетчики продолжают работать изолированно друг от друга, что приводит к дублированию работы, увеличению времени внесения изменений в проект, стоимости, а также сроков вывода изделия на рынок.

Приложение *Autodesk Inventor Simulation Suite*, только что вышедшее на русском языке (полностью локализованное и адаптированное), призвано устранить эти недостатки. Построенное на базе системы *Autodesk Inventor*, оно поддерживает “бесшовную” связь с *3D*-моделью *Autodesk Inventor* и требует значительно меньшего объема обучения для управления его мощными технологиями анализа и моделирования. Говоря коротко, новая технология дает возможность инженерам строить и анализировать **цифровые прототипы**, которые позволяют разрабатывать конкурентоспособные проекты более эффективным и рентабельным, менее затратным способом.

Autodesk Inventor Simulation Suite необходим инженерам, которые ищут инструмент, способный помочь им разрешить проблемы проектирования, уменьшить количество отказов и стоимость гарантийного обслуживания, ускорить оборачиваемость вложений. Это отличное решение для тех, кто занимается проектированием и изготовлением:

- промышленного оборудования;
- медицинского оборудования;
- автомобилей;



- аэрокосмической техники;
- оборудования для строительства;
- бытовых товаров.

Введение

Пока идет типичный процесс проектирования, конструктор должен решить для себя ряд вопросов, таких как:

- ✓ Подходят ли эти детали друг к другу?
- ✓ Хорошо ли они взаимодействуют в движении?
- ✓ Не пересекаются ли они?
- ✓ Двигаются ли они по правильной траектории?

На большинство вопросов можно ответить, обратившись к *3D CAD*-системам и программному обеспечению для рендеринга, но на некоторые из них ответы найти нельзя. Например, у конструктора может возникнуть необходимость узнать длительность рабочего цикла привода? Надежно ли соединение? Можно ли снизить вес?

Традиционно на вопросы такого типа ответ удается получить только после испытаний физического прототипа или даже ряда прототипов, что является дорогой и растянутой во

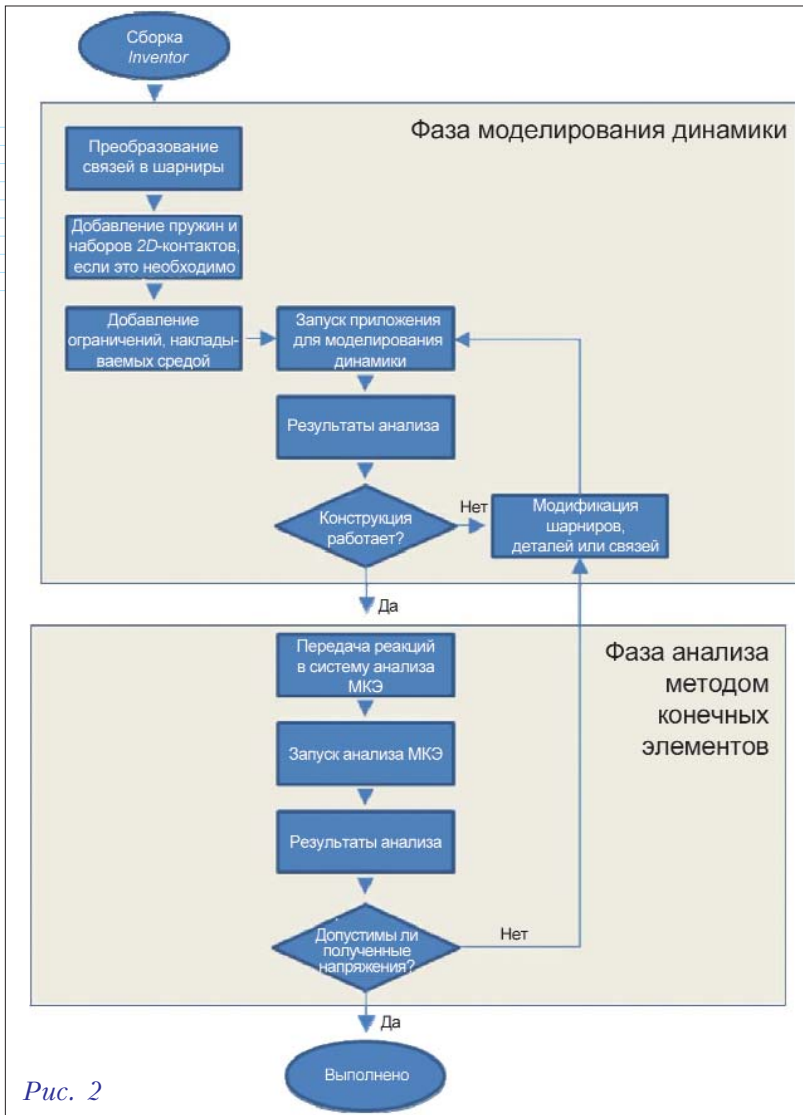


Рис. 2

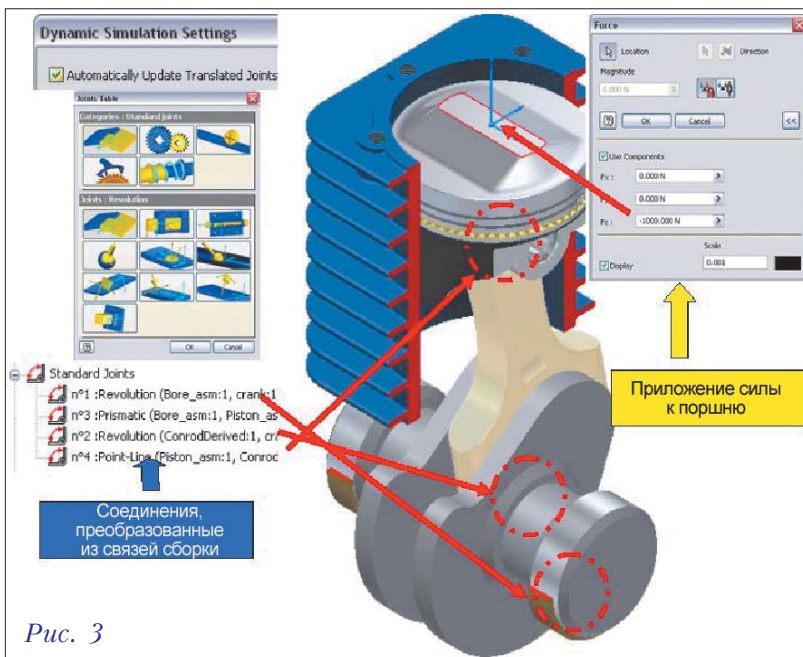


Рис. 3

времени процедурой. Более рентабельная альтернатива – применение цифровых прототипов в среде *Autodesk Inventor Simulation Suite*. Это программное обеспечение позволяет проектировщикам автоматически преобразовать связи (ограничения) в сборках в механические соединения; прилагать внешние силы, включая гравитацию; учитывать эффекты контактного трения, демпфирования и инерции. На основании этой информации система вычисляет силы реакции, скорости, ускорения и многое другое. Силы реакции затем могут быть использованы для управления *FEA*, сужая таким образом область догадок и рисков. Так *Autodesk Inventor Simulation Suite* помогает конструкторам создавать оптимизированные, конкурентоспособные продукты.

Программные средства моделирования динамики движения сочетаются в *Autodesk Inventor Simulation Suite* с мощным приложением для линейного анализа напряжений методом конечных элементов (МКЭ). Чтобы оценить эффективность предполагаемой конструкции, проектировщик начинает с запуска инструмента для моделирования динамики и рассчитывает динамические характеристики. В результате моделирования он получает положения, скорости и ускорение механизма на всём протяжении цикла его действия. В числе результатов есть и силы реакции в каждом шарнире. Эти силы используются в качестве входных параметров для второй фазы анализа, когда применяется МКЭ-анализ напряжений для определения внутренних усилий в сильно нагруженных деталях. Общий алгоритм этого процесса показан на рис. 2.

Моделирование и анализ конструкции шатуна

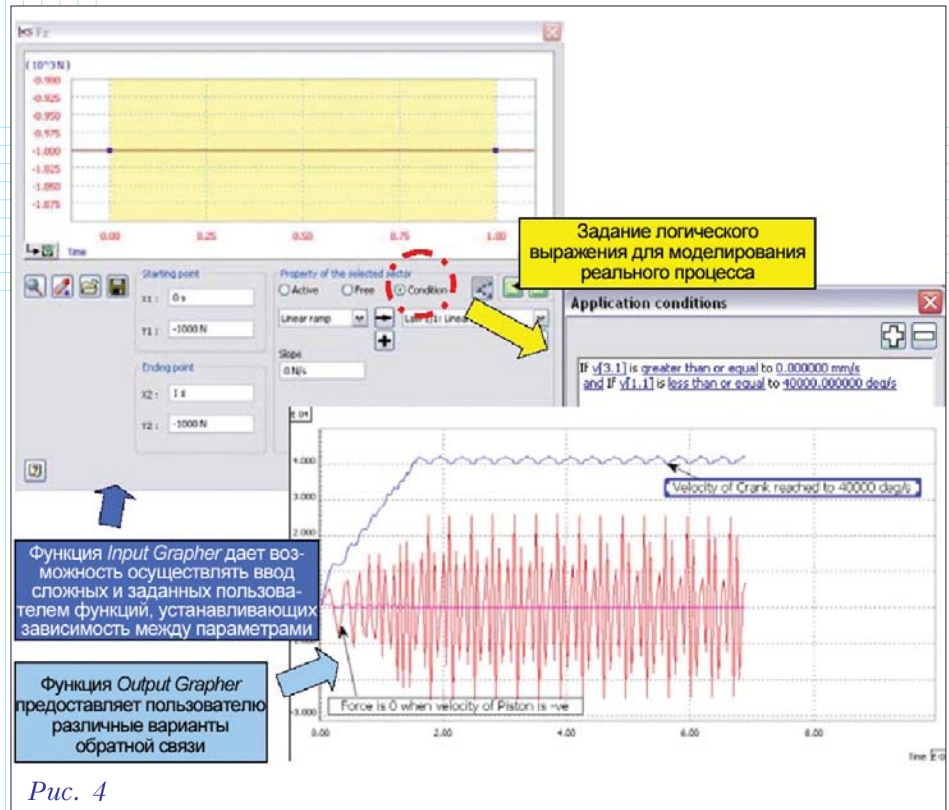
После того как инженер разработал конструкцию и создал 3D-модель сборки средствами пакета *Autodesk Inventor*, необходимо только одно нажатие клавиши мыши, чтобы перенести 3D-модель в среду *Autodesk Inventor Simulation Suite*. При этом конструктору обеспечивается удобная возможность бесшовно

переходить из среды проектирования в среду моделирования процессов и обратно.

Первый шаг в среде моделирования – преобразовать связи в сборке (*assembly constraint*) в механические соединения (*mechanical joint*). Это может быть сделано несколькими способами, однако наиболее эффективный метод – воспользоваться функцией *автоматического обновления преобразованных соединений (Automatic Update Translated Joints)*, как показано на рис. 3. Этот инструмент производит преобразование всех связей в сборке за считанные секунды.

Следующий шаг симуляции – задание дополнительно указанных движений, внешних ограничений (*environmental constraints*) и вынуждающих сил. В поршневой группе (рис. 3) под вынуждающей силой, приводящей в движение поршень, понимается сила, с которой на поршень давит сжатый газ, образовавшийся после сгорания рабочей смеси, когда водитель нажимает на педаль акселератора. Чем сильнее это нажатие, тем больше сила, действующая на поршень, и тем с большей скоростью движется транспортное средство. Используя развитые возможности функции *Input Grapher*, можно достаточно просто задать действующие силы. Например, при моделировании перемещения поршня от нижней мертвой точки к верхней, конструктор задает некоторое логическое выражение (*Logic statement*) или условие “выключения” действия силы после достижения коленчатым валом (двигателем) определенной скорости (рис. 4).

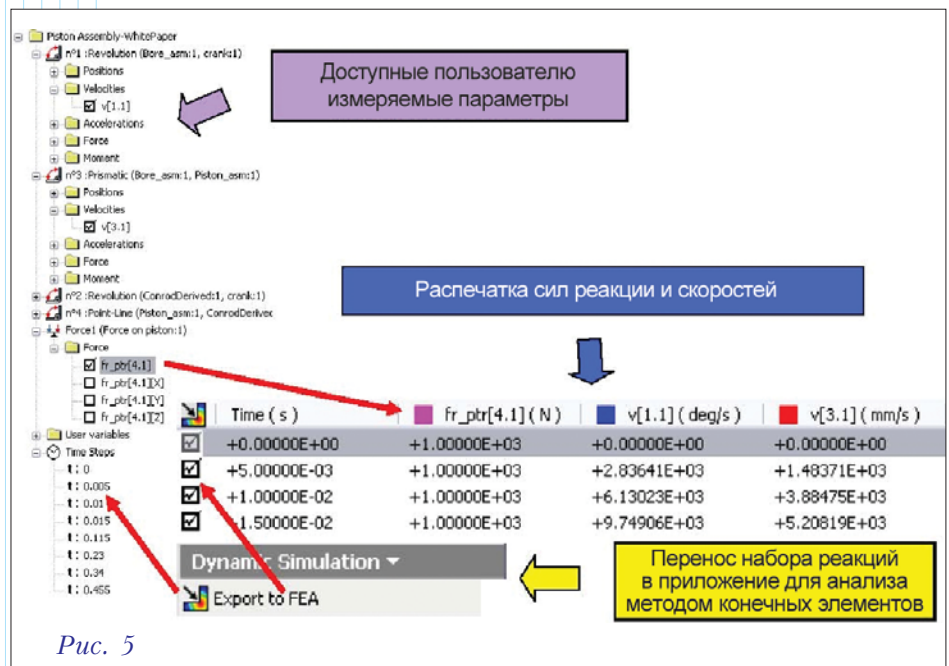
После задания корректных ограничений, налагаемых внешней средой и механических соединений, конструктор проводит моделирование и



сборочной модели под вынуждающей силой, приводящей в движение поршень, понимается сила, с которой на поршень давит сжатый газ, образовавшийся после сгорания рабочей смеси, когда водитель нажимает на педаль акселератора. Чем сильнее это нажатие, тем больше сила, действующая на поршень, и тем с большей скоростью движется транспортное средство.

анализирует результаты с использованием функции *Output Grapher*, как показано на рис. 4. В дополнение к стандартному набору параметров для отображения он может задать свои, которые позволят ему более эффективно анализировать результаты.

Один из наиболее полезных параметров для анализа и отображения – это реакции в шарнирах. Раньше этот вид анализа требовал



больших затрат времени на расчеты или проведение измерений на дорогих опытных образцах.

Нагрузки в различные моменты работы двигателя можно перенести из приложения для моделирования динамики в среду анализа напряжений, как показано на рис. 5. Этот шаг дает существенный выигрыш за счет сокращения количества допущений и уменьшения рисков. Нагрузки автоматически переносятся и корректно прикладываются к нагружаемым поверхностям анализируемых компонентов, что избавляет от необходимости заниматься заданием нагрузок и связей вручную, как это обычно происходит при использовании приложений для МКЭ-анализа, не связанных с CAD-системой.

Когда задание нагрузок завершено, конструктор нажимает кнопку *Run* и запускает приложение для инженерного анализа. Нет необходимости в определении размеров ячеек конечно-элементной сетки, поскольку это осуществляется автоматически. Результаты анализа выводятся в графической форме с указанием областей максимальных напряжений, для чего используется шкала, задающая соответствие между интервалами значений напряжений и цветом (рис. 6). Это позволяет легко идентифицировать зоны с высокими значениями напряжений.

Проанализировав результаты, конструктор может внести изменения в конструкцию для того, чтобы поменять распределение напряжений и избежать пиковых значений. Кроме того, можно добиться уменьшения веса детали без увеличения максимальных значений напряжений. Пользуясь этой методикой, конструктор может разрабатывать детали быстро, минимизируя при этом потребление материала и одновременно повышая эффективность окончательного варианта изделия.

Выводы

Autodesk Inventor Simulation Suite исправляет недостатки традиционных специализированных решений для конечно-элементного анализа и анализа движения. Это достигается с помощью удобных инструментов, работающих напрямую с 3D-моделью, созданной в пакете *Inventor*. Простота использования в итоге дает конструкторам подлинный

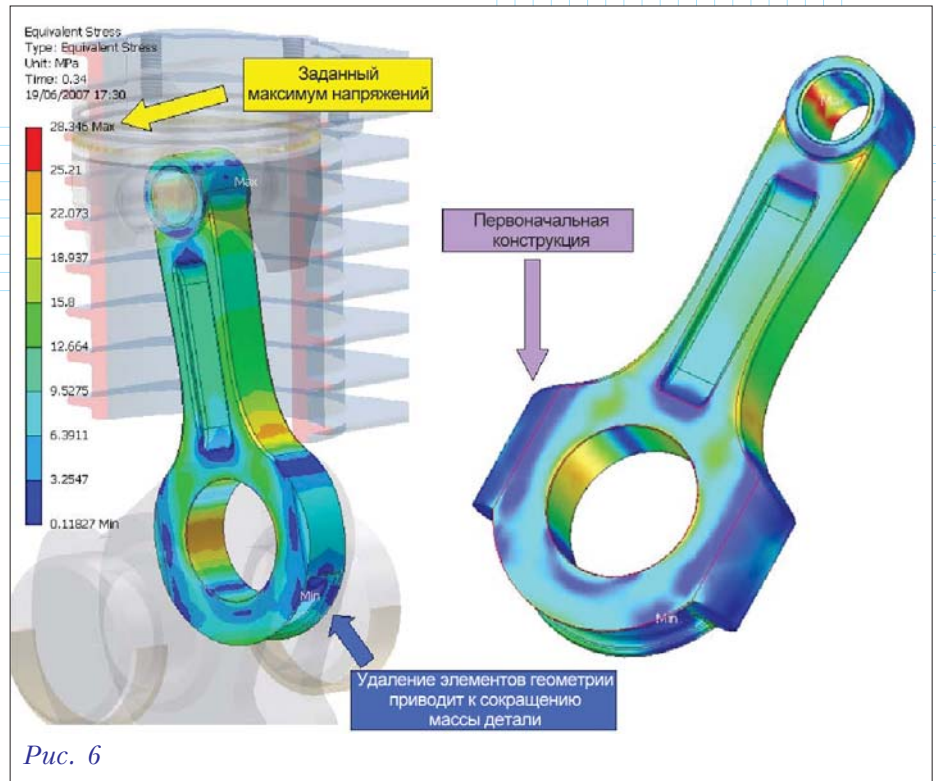


Рис. 6

цифровой прототип изделия, при помощи которого можно экспериментировать с различными вариантами конструкции. Это добавляет проектировщикам уверенности в том, что финальный вариант изделия будет лучше соответствовать ожиданиям заказчиков. Определение сил реакции и перенос их значений в среду для анализа напряжений позволяет усилить возможности цифрового прототипирования и, как следствие, оптимизировать геометрию деталей. При этом отпадает необходимость строить дорогостоящие физические прототипы – опытные образцы. Важно отметить, что и цена приложения *Inventor Simulation* значительно ниже стоимости специализированных средств инженерного анализа.

Таким образом, применение пакета *Autodesk Inventor Simulation Suite* позволяет конструктору:

- сократить время вывода изделия на рынок;
- сэкономить на испытаниях опытных образцов;
- улучшить качество изделия.

Оригинал данной статьи “*Benefits of Using Autodesk Inventor Simulation Suite in Engineering Design*” можно прочитать на сайте компании *Autodesk* по адресу: http://images.autodesk.com/adsk/files/inventor_simulation_suite_whitepaper-final_8-20.pdf