

Моделирование динамической работы механизмов

Моделирование динамических характеристик механизмов и исполнительных устройств машин различного назначения на стадии их проектирования является достаточно актуальной задачей для проектировщиков. Оно позволяет определить, насколько эффективно будет функционировать проектируемая машина в реальных условиях и предпринять при необходимости корректирующие действия, чтобы обеспечить правильность работы, прочность и долговечность входящих в ее состав механизмов и их компонентов.

Новая версия программного комплекса Autodesk Inventor Professional 11, содержащая, помимо других нововведений, модуль Dynamic Simulation (Динамическое моделирование), позволяет с его помощью эффективно рассчитывать любые динамические системы, то есть проектировать и анализировать работу основных видов существующих механизмов, а также их любое сочетание.

Модуль Dynamic Simulation реализует новейшие технологии моделирования динамической работы механизмов. Он позволяет анализировать структуру механизмов; прикладывать внешние силы и моменты к узлам механизма; строить траектории движения точек узлов; выводить графики величин скорости и ускорения, рассчитанных при симуляции движения частей механизма на различных этапах рабочего цикла; вычислять силы и моменты, возникающие в узлах механизма в процессе работы; записывать анимационные ролики движения механизма. Модуль также позволяет определять время рабочего цикла, выявлять “вредные” пересечения, рассчитывать динамические нагрузки в деталях.

Моделирование работы механизмов помогает быстро решить такие типовые задачи для конструктора, как: выбор положения приводов и подвижных узлов, определение характеристик пружин и демпферов, определение массовых параметров, радиусов роликов, профилей кулачков и т.д. Используя виртуальный прототип изделия и возможности моделирования динамической работы механизмов, проектировщик получает возможность рассмотреть и проанализировать большое количество конфигураций изделий с различными параметрами, чтобы выбрать наиболее оптимальный вариант.

При работе с моделированием динамики механизмов в Autodesk Inventor нужно знать, что:

- ▶ в отличие от обычной сборки Inventor, где, собирая механизм, мы ограничиваем степени свободы компонентов, в Dynamic Simulation мы создаем подвижные соединения, задавая им степени свободы,
- ▶ технологии сборки Autodesk Inventor и технологии узлов в Dynamic Simulation не взаимосвязаны между собой,



Рис. 1

- ▶ компоненты, которые имеют статус “Базовый” в контексте Сборки, также будут иметь статус “Базовый” в контексте Dynamic Simulation.

Процесс моделирования динамической работы механизмов в Dynamic Simulation происходит по следующей схеме.

1. В стандартном рабочем окружении Autodesk Inventor создаются “жесткие” под сборки, то есть группы деталей, которые будут двигаться относительно друг друга.
2. В Dynamic Simulation задаются типы соединения подборок между собой из имеющегося перечня (вращение, скольжение, качение, различные контактные взаимодействия, пружины, толкатели и т.д.).
3. Определяются параметры соединения (гравитация, трение, демпфирование, наложенные движения и различные внешние силы).
4. Запускается процесс имитации работы – задается время работы и время выполнения каждого шага.
5. Производится анализ результатов – определяют положения деталей, скорости, ускорения, реактивные силы и крутящие моменты, движущие силы и их моменты.
6. Для определения прочности деталей методом конечных элементов данные, смоделированные в Dynamic Simulation, передаются в модуль Stress Analysis Autodesk Inventor, где определяется деформация деталей в процессе работы, запасы прочности и эквивалентные напряжения.

Рассмотрим конкретный пример динамического моделирования.

Задача состоит в том, чтобы смоделировать работу двухцилиндрового V-образного двигателя внутреннего сгорания. У нас есть трехмерная модель с несколькими наложенными в контексте сборки зависимостями (рис. 1). Изначально модель в Dynamic Simulation является “жесткой”, не имеющей степеней свободы. Для того чтобы она “оживила”, нужно создать необходимые кинематические пары для всех узлов двигателя.

Модуль Dynamic Simulation предлагает обширный набор кинематических пар (рис. 2). В нем предусмотрены как стандартные виды кинематических пар, так и различные специальные виды, помогающие описать работу зубчатых и червячных передач с подвижными и неподвижными осями, ременных и цепных передач, кулачковых механизмов, храповых и цевочных механизмов, а также задавать упругие связи и трехмерный контакт между телами.

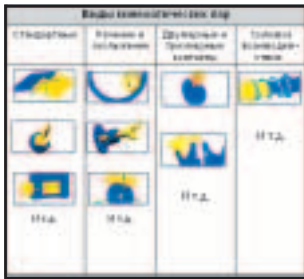


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

Кинематические пары создаются двумя способами.

Способ первый – создание кинематических пар посредством задания им степеней свободы (рис. 3). Для этого выбираем из меню нужный тип кинематической пары, выбираем детали, образующие кинематическую пару и затем связываем их между собой, определяя ребра, оси, плоскости, точки и т.д. взаимодействующих компонентов. После завершения операции детали автоматически устанавливаются на заданное место.

Способ второй – использование сборочных зависимостей, созданных в контексте сборки Autodesk Inventor (рис. 4). Для этого выбираем две детали, образующие кинематическую пару, и активируем имеющиеся сборочные зависимости.

Чтобы модель работала, необходимо задать ее узлам соответствующие движения. Для этого мы можем оперировать различными степенями свободы кинематических пар, задавая необходимые перемещения, скорости и ускорения.

Когда все кинематические пары механизма созданы, а движения заданы, можно посмотреть и отредактировать структуру механизма, вызвав окно Repair Redundancies (рис. 5). Здесь представлены все кинематические цепи механизма, число степеней свободы, а также число статических неопределимых механизма. С помощью кнопки Highlight chain's components можно подсветить на экране звенья, входящие в какую-либо кинематическую цепь, а кнопка Test позволит проверить кинематику работы механизма.



Рис. 5

Теперь осталось проанализировать правильность функционирования механизма, то есть получить графические данные его работы, для чего требуется провести анализ сил, моментов, скоростей, ускорений и перемещений, действующих в модели. Для этого используем окно Output Grapher. В нашем случае мы хотим узнать крутящий момент на валу двигателя по осям X и Y. Щелкнув два раза на интересующем участке графика, можем увидеть, например, максимальные значения крутящего момента по оси Y в Nxmm (рис. 6).

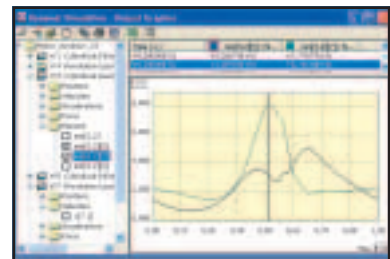


Рис. 6

В заключение отметим, что модуль Dynamic Simulation в Autodesk Inventor Professional 11 окажет незаменимую помощь при проектировании таких механизмов, как роторные линии, поршневые устройства, механические манипуляторы, и многих других, при проектировании которых необходимо использовать методы динамического моделирования.

Андрей Злобин, компания “ПОИНТ”



Возьми от САДа все!



Знаешь САД?

У нас еще много полезного для твоей работы. Пройди обучение отраслевым решениям в новом авторизованном учебном центре Autodesk и сделай свою работу эффективной на 100 %!

Autodesk
Authorised Training Centre

Учебный центр ПОИНТ –
новый учебный центр Autodesk

Качество обучения гарантировано Autodesk
Сертифицированные Autodesk преподаватели
Официальные учебные программы Autodesk
Международные сертификаты Autodesk выпускникам

Учебные программы:
AutoCAD Базовый курс
AutoCAD Продвинутый курс
Autodesk Inventor Series 11
Autodesk Inventor Professional 11
Autodesk Revit Series 9.1
Autodesk Architectural Desktop 2007
Autodesk Civil 3D 2007