

ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЕЕ МЕСТО В ПРОЦЕССЕ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.Г. Бойков

ЗАО «АвтоМеханика», г. Москва

Достаточно большое количество задач имитационного моделирования работы сложных механических систем сводятся к задаче расчета кинематики и динамики системы жестких и деформируемых тел, связанных кинематическими связями и силовыми взаимодействиями. При этом исследуемые системы могут иметь в своем составе гидравлические, пневматические и электрические системы, системы управления и другие компоненты. Такого рода задачи возникают практически во всех областях техники, связанных с созданием сложных машин и механизмов. В частности, в автомобилестроении, авиации, ракетно-космической технике, станкостроении и в других областях техники. Можно привести следующие примеры моделирования подобных систем: раскрытие космических конструкций (солнечные батареи, антенны и т.д.); выпуск/уборка механизации крыла самолета и работа механизмов управления летательных аппаратов с учетом деформации конструкции планера; динамическое поведение автомобилей при выполнении различных маневров; работа сельскохозяйственных, строительных и промышленных механизмов, различных станков, роботов и манипуляторов и множество других задач.

Для решения такого рода задач в настоящее время в мировой практике активно используются программные комплексы, реализующие технологию автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем (ММС). Суть этой технологии состоит в следующем. Математическая модель движения исследуемой механической системы формируется автоматически на основании инженерно-технического описания в соответствии с концепцией динамического взаимодействия множества тел. Это описание производится в обычных инженерных терминах (тело, шарнир – кинематическая связь, упругий или демпфирующий элемент силового взаимодействия и т.д.) и может быть быстро выполнено специалистом – инженером. Уравнения математической модели при этом точно соответствуют законам классической механики с учетом больших перемещений частей механической системы и учетом нелинейных характеристик взаимодействий. По сравнению с традиционным подходом к исследованию динамики сложных механических систем, при котором производится «ручное» формирование уравнений и их программирование, технология автоматизированного динамического анализа обеспечивает многократное уменьшение времени создания динамических моделей сложных объектов и высокую гибкость по их перенастройке.

Программные комплексы, реализующие технологию автоматизированного динамического анализа, являются сложными наукоемкими продуктами. В силу большой трудоемкости разработки и сравнительной «молодости» этого направления количество таких комплексов невелико. За рубежом в основном используются два подобных программных комплекса ADAMS и DADS. Аналогичный по назначению программный комплекс EULER [1-2], разработанный в России специалистами ЗАО «АвтоМеханика» и МГУ им. М.В. Ломоносова обладает всеми основными возможностями, сравнимыми с возможностями ведущих программных комплексов в мире.

Первоначально в технологии ММС рассматривались только твердые тела. В дальнейшем в состав ММС стали включать упругие тела с учетом малых

относительных деформаций. В этом случае тело представляется в виде редуцированной модели метода конечных элементов (МКЭ) – модели Крейга-Бемптона, но в расчете движения такого тела учитываются его большие перемещения [1].

Результатом расчета программного комплекса в технологии ММС являются:

- характеристики движения тел исследуемой механической системы (перемещения, скорости, ускорения);
- силы взаимодействия тел (силы в кинематических связях и силовых элементах);
- характеристики деформаций упругих тел для принятых в расчете форм деформации;
- для упругих тел могут быть получены характеристики напряженно-деформированного состояния на основании производных напряжений по деформациям форм.

Полученные в результате расчета характеристики могут использоваться в дальнейшем для анализа прочности конструкции.

Список литературы

1. Бойков В.Г., Юдаков А.А. Моделирование динамики системы твердых и упругих тел в программном комплексе EULER // Информационные технологии и вычислительные системы. 2011. № 1. С. 42-52.
2. Бойков В.Г. Программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем EULER // САПР и графика. 2000. № 9. С. 17-20.