

УДК 681.3.06

А.Ю.Суханов (5 курс, каф. МиДМ), П.И.Королева (4 курс, каф. МиДМ),  
М.В.Жавнер, к.т.н., доц.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAD СИСТЕМЫ PRO/ENGINEER ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕХАНИЗМОВ

Процесс проектирования любого изделия, будь то простейшая крепежная деталь или сложный механизм, традиционно принято разделять на несколько стандартных этапов: формирование внешнего вида изделия (эскизирование), анализ его прочностных характеристик, оптимизация конструкции с учетом первых двух этапов, технологическая проработка конструкции изделия, создание экспериментальных образцов, натурные испытания и т.д. Поскольку процесс проектирования имеет довольно сложный итерационный характер, и ему свойственно неоднократное возвращение к началу проекта, вопрос автоматизации проектирования приобрел в настоящий момент особую актуальность.

В последнее время, с появлением современных систем твердотельного параметрического моделирования несколько изменился подход к проектированию как таковой. Если ранее инженер работал в двумерном пространстве и вынужден был воплощать свои идеи в плоских чертежах, то теперь у него появилась возможность творить в виртуальном трехмерном объеме, не задумываясь над тем, как вычертить ту или иную проекцию детали. То есть проектирование идет не от чертежа к трехмерному облику изделия, а в обратном направлении — от пространственной модели к автоматически генерируемым чертежам, минуя затраты времени на их создание. Такой подход к проектированию удобен еще и тем, что созданная трехмерная геометрия может быть передана в любую расчетную программу для анализа прочностных или других свойств детали. Этот качественный переход конструкторских работ на новый уровень позволяет выполнить система Pro/ENGINEER, относящаяся с САПР верхнего уровня, серьезный инструмент для анализа и проектирования механизмов.

Была спроектирована трехмерная модель механизма двухступенчатого редуктора. Сборка состояла из порядка двухсот деталей. В ходе ее создания были изучены следующие возможности системы: сборка по кинематическим парам, возможность комбинировать подходы к проектированию «сверху вниз» и «снизу вверх», управление ассоциативными связями, средства облегчения сборок, частичной загрузки сборки, задание любых соотношений между параметрами деталей с использованием арифметических, логических операторов или графиков.

Также были рассчитаны массово-инерционные характеристики, проведена проверка зазоров и пересечений в сборке, установлены шаровые, подшипниковые, зубчатые типы соединений, проведен анализ механизма на недостаточность или избыточность кинематических связей.

Были заданы движения механизма введением приводов осей соединений. Произведены динамический контроль коллизий, возникающих в процессе работы механизма (пересечение, столкновение элементов или их сближение меньше заданного допустимого зазора), кинематический анализ движения механизма. Оформлены результаты в разнообразных специальных форматах (включая анимацию движения).

Переход на работу по «безбумажной технологии» при проектировании механизмов в системе PRO/ENGINEER позволяет получить следующие неопределимые преимущества: конструктор видит хоть и «виртуальный», но трехмерный объект; получает возможность

простого редактирования одиночных объектов и компоновки в целом, появляется возможность динамической визуализации объектов компоновки.

Построение кинематических схем механизмов и их динамическое моделирование позволяет с минимумом затрат времени и средств решать задачи по взаимному расположению объектов для обеспечения беспрепятственного перемещения всех кинематических звеньев подвижных механизмов; задание объектам компоновки материалов с уникальными свойствами, такими как прозрачность или текстура, позволяет получить результаты, выявление которых на натурном макете либо весьма затруднительно, либо очень дорого.

Возникает возможность проведения всестороннего анализа результатов компоновки, в которых можно проводить оптимизацию по расположению объектов для получения заданных требований (например, по моментам инерции); топологическая структура объектов на сегодняшний день позволяет использовать объекты для инженерных целей для проведения прочностных, термодинамических, аэродинамических и других расчетов в системах с модулями приложений САМ и САЕ. Появляется возможность создавать универсальные (например, по отраслевому крепежу) и специализированные (например, по технологической оснастке предприятия) базы данных, позволяющие сократить время разработки на всех этапах конструкторских работ.

Преимущество использования CAD/CAM/CAE системы PRO/ENGINEER в различных областях техники возрастает по мере усложнения объекта проектирования.