

УДК 62-231.1

Проблемы моделирования кинематики и динамики механизмов большой сложности

09, сентябрь 2012

Ивченков А. О.

Научный руководитель: к.т.н., доцент, Мартынюк В. А.

МГТУ им. Н.Э.Баумана

bauman@bmstu.ru

Введение

В настоящее время при проектировании механизмов большой сложности чаще всего используются одна из двух «тяжелых» САПР - Catia или NX Unigraphics. При этом, в большинстве случаев необходимо смоделировать кинематику того или иного механизма. Насколько бы хорошо не были разработаны эти системы своими производителями, но на разных этапах моделирования проектировщик сталкивается с рядом проблем, возникающим по тем или иным причинам.

В докладе представлена трехмерная визуализация триподных многосекционных механизмов и рассмотрены проблемы проектирования и конструирования мехатронных технологических машин на базе многосекционных манипуляторов типа "хобот", построенных из механизмов с параллельной структурой.

Проблемы при проектировании больших сборок

В настоящее время модель одной секции манипулятора представляет собой так называемый трипод_3 с тремя подвижностями верхней платформы (рис.1). Эти подвижности можно реализовать с помощью трех активных телескопических штанг, длины которых мы можем менять по заданным законам. Телескопические штанги крепятся к нижнему и верхнему основанию с помощью шарниров Гука (2 вращательные степени свободы) (рис.2).

Кроме трех телескопических тяг верхняя платформа закреплена относительно нижней платформы ещё и центральной штангой. Это также телескопическая штанга, длина которой может меняться, но только под воздействием внешних сил. В нашей терминологии данная штанга считается пассивной. Нижний и верхний концы центральной штанги соединены соответственно с нижней и верхней платформой также при помощи шарнира Гука.

Таким образом, три подвижности верхней платформы – это её перемещение по вертикали (вдоль оси Z), и повороты вокруг осей X и Y. Целиком пятисекционный манипулятор выглядит как на рис. 3.

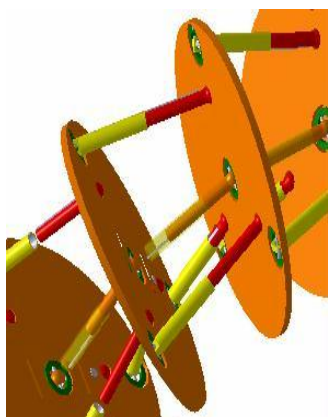


Рис. 1 Трипод_3

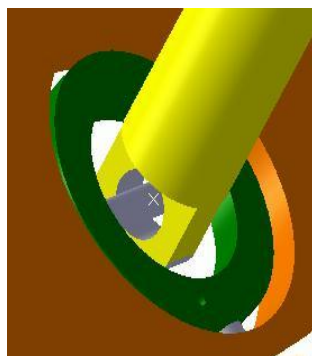


Рис 2 Шарнир Гука

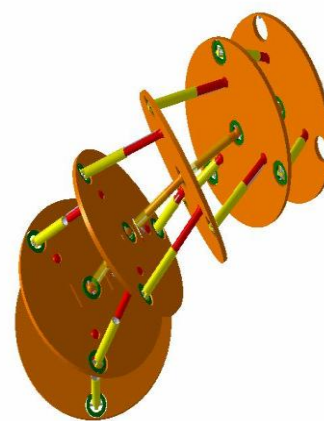


Рис. 3 Пятисекционный манипулятор

В данной работе манипулятор, представленный на рис. 3, является сборкой отдельных деталей в системе Catia. Механизм “наращивался” постепенно – деталь за деталью. Нетрудно заметить, что все пять секций имеют схожий вид. Отсюда возникает вопрос, а возможно ли собрать манипулятор в качестве подборок, где одна секция является одной подсборкой? Если мы сможем это выполнить, то проектирование сократится по времени в несколько раз и упростит задачу для разработчика.

Проектируя весь механизм в качестве подборок, я столкнулся с проблемой задания законов кинематики для всего манипулятора в целом. А именно, система Catia создает для каждой под сборки свой механизм для симуляции в течение определенного промежутка времени. И проанализировать весь манипулятор в целом не получается возможным. Данная проблема остается открытой для дальнейшего её изучения.

Ориентация осей координат в сборке

Поскольку необходимо как можно точно получить траекторию движения определенных точек манипулятора, то очень важна одинаковая ориентация манипулятора относительно глобальной системы координат. То есть в системе CATIA нам важно правильно ориентировать сборочную модель манипулятора относительно начала координат сборки.

В САТИА эта задача представляет определенные сложности. Точнее – для подобной ориентации требуется вспомнить некоторые правила построения сборки.

А именно, первую секцию нашего манипулятора нужно ориентировать так, чтобы начало глобальной системы координат совпадало с точкой, представленной на рис. 4 маленьким крестиком.

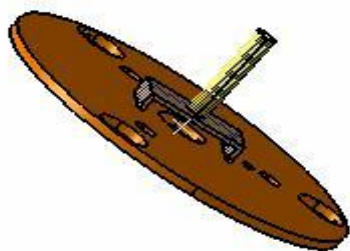


Рис. 4 Основание Трипода_3

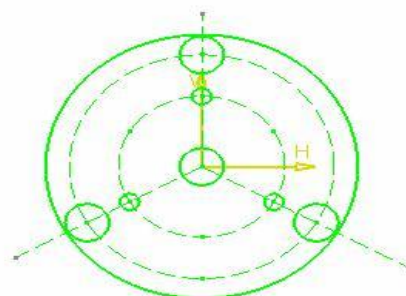


Рис. 5 Глобальная система координат

Кроме этого, ориентация осей глобальной системы координат относительно эскиза первой секции должно быть таким, каким оно показано на рис.5. Здесь вертикальная ось V

(на рис.5 желтый цвет) соответствует оси Y глобальной системы координат. А горизонтальная ось Н соответствует оси X глобальной системы координат.

Установка начальных длин выдвижных штанг

Сама выдвижная штанга представляет собой некоторую трубу, внутрь которой вставлен выдвигающийся шток (рис.6).

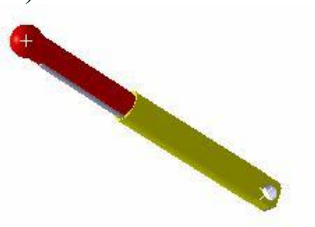


Рис. 6 Выдвижная штанга

Любая траектория начинается с некоторого начального состояния системы. Это начальное состояние определяется начальными длинами всех пятнадцати штанг манипулятора.

В системе CATIA механизм задания начального положения длины выдвижной штанги определяется так называемым «ручным» режимом, в котором пользователю предоставляется таблица (рис.7), в которой для каждой штанги можно менять длину штанги по своему усмотрению.

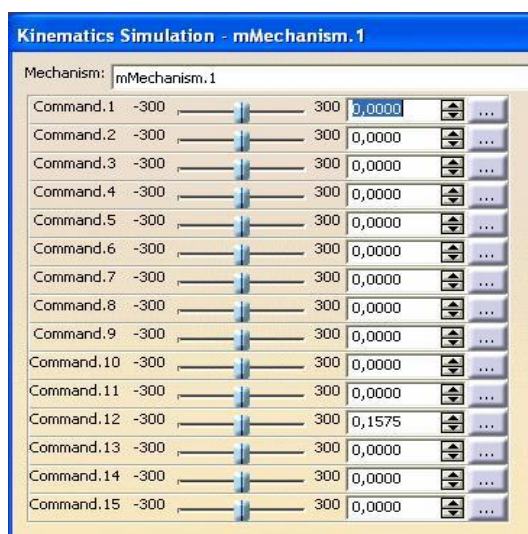


Рис. 7 «Ручной» режим задания начального положения штанги

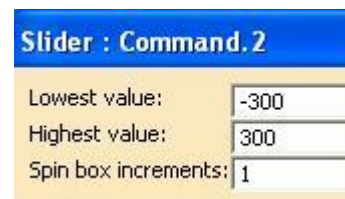


Рис. 8 Установка точности начального положения штанги

Таким образом, изменение начальной длины проблем не вызывает. Вопрос в другом - с какой точностью мы можем установить начальную длину штанги?

В CATIA эта точность ограничена. А именно – длина штанги задается только с точностью до 1 мм (рис.8). Это является главным источником погрешностей в исследуемых траекториях пятисекционного манипулятора.

Таким образом, в кинематическом анализе конструктивной модели сложного механизма, проведенным с помощью приложения DMU Kinematics тяжелой графической системы CATIA уже заложена некоторая погрешность. Это погрешность находится в пределах одно процента.

Заключение

Представьте, что секций будет не пять, а семь; базовой секцией станет не трипод, а гексапод; а выдвижная штанга будет выполнена не с одним штоком, а с помощью двух – трех телескопически выдвигаемых штоков. Сколько тогда будет подвижных элементов нашего манипулятора? Сколько законов изменения длины придется рассчитать? И сможет ли САТИА справиться с такой задачей?

Ответ на этот вопрос можно получить выполнив соответствующие анализы. Но уже сейчас можно перечислить возможные препятствия на пути выполнения подобных экспериментов:

1) Будет очень трудно соединить кинематическими парами сложный механизм. Механизм все время старается «вывернуться» так, что вернуть его в исходное состояние довольно трудно. Приходится разрабатывать особую технику сборки механизма. В частности, придется применить инструмент внешних публикаций. И, тем не менее, придется очень постараться, чтобы получить, наконец, заветное сообщение рис.9.



Рис. 9. Информационное сообщение о том, что механизм может быть смоделирован

2) Даже если механизм будет собран, и система будет готова анализировать его кинематику, возможны непонятные «клинчи», при вхождении в которые, механизм просто перестает двигаться. И природу этих «клинчей» пока распознать не удалось.

Литература

1. Моделирование в Catia – Уроки [<http://www.catiav5.ru/> (дата обращения: 01.12.11)]
2. К. А. Басов. САТИА V5. Геометрическое моделирование// Компьютерная литература , 2008.