

АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СИБИРИ

Сборник статей
III Всероссийской научно-практической
конференции

(Иркутск, 11–12 апреля, 2013 г.)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СИБИРИ

Сборник статей
III Всероссийской научно-практической конференции

(Иркутск, 11–12 апреля, 2013 г.)



ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского государственного технического университета
2013

УДК 629+656(082)
ББК 39Я45

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Авиационное машиностроение и транспорт Сибири : сб. статей III Всерос. науч.-практ. конф. (Иркутск, 11–12 апреля, 2013 г.) – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. – 442 с.

Представлены статьи, посвященные актуальным вопросам развития авиационно-транспортных технологий и транспортного комплекса городов и регионов РФ. Приводятся обобщения результатов научных исследований, обмена практическим опытом в интересах развития перспективных конструкций и технологий авиа- и машиностроения, повышения качества транспортного обслуживания регионов РФ.

Редакционная коллегия:

Ответственный редактор – Зедгенизов А.В. – канд. техн. наук, доцент;

Ахатов Рашид Хадиатович – канд. техн. наук, доцент, директор Института авиационного машиностроения и транспорта;

Грудинин Владимир Гарриевич – ст. преподаватель кафедры конструирования и стандартизации в машиностроении

© Иркутский государственный
технический университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ:

Авиационная техника и технологии

- А.И. Демидов, И.О. Бобарика.** Численное моделирование аэродинамики несущих элементов летательных аппаратов потоком несжимаемой жидкости при малых числах Маха. 8
- А.С. Говорков, И.В. Фокин.** Применение инновационных технологий и интерактивных методов обучения при изучении курса "технология производства самолетов" 14
- А.С. Говорков, А.Э. Рябцева.** Методика проведения кинематического анализа с учетом податливости тел в NX MotionFlexiblebody на примере узла интерцептора самолета МС-21 18
- А.И. Исаев, Нго Куанг Туен.** Гидродинамическое исследование формирования вихревых течений камеры сгорания 24
- В.А. Жуков.** Совершенствование эксплуатации жидкостных систем охлаждения транспортных ДВС. 28
- С.И. Феоктистов, С.В. Белых, М.М. Погарцева.** Учет влияния фрезерования на форму готовых деталей летательных аппаратов из прессованных профилей, получаемых методами изгиба. 36
- А.А. Перевалов, С.В. Белых.** Применение MSC.MARC для моделирования процесса изгиба прессованных профилей несимметричного сечения. 45
- С.В. Белых, А.В. Станкевич, В.А. Мишагин.** Особенности автоматизированного изготовления длинномерных деталей летательных аппаратов из прессованных профилей. 53
- Р.Ф. Крупский, А.В. Станкевич, А.А. Кривенко, С.В. Белых.** Опыт использования обтяжного пресса для формообразования деталей летательного аппарата из профилей. 61
- А.В. Черняев, М.И. Шевченко.** Анализ видов, методов и задач подтверждения соответствия программно-математического обеспечения изделий авиакосмической техники. 70
- А.И. Селиверстов, И.В. Шевченко.** Влияния нелинейности диссипативных сил на динамические характеристики ракеты – носителя. 77
- Ю.А. Остяков, М.И. Шевченко.** Взаимосвязь надежности и экономической эффективности изделий машиностроения. 82
- Т.А. Назарова, Т.А. Школьникова.** Влияние отделочно-зачистных технологий на увеличение ресурса работы машины. 90
- М.В. Лаврентьева.** Автоматизация типовых процессов проектирования электронного макета изделия. 96
- К.А. Однокурцев, П.А. Лукин.** Средства автоматизированного монтажа сборочной оснастки в самолетостроении. 102
- Ю.Ф. Огнев, О.Ш. Бердиев, Ю.П. Денисенко.** Новый метод контроля каркасных авиационных панелей из ПКМ. 109

УДК 621.01

Методика проведения кинематического анализа с учетом податливости тел в NX MotionFlexiblebody на примере узла интерцептора самолета МС-21

А.С. Говорков, А.Э. Рябцева

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Аннотация

В статье рассматриваются методика проведения кинематического анализа с учетом податливости тел в NX MotionFlexiblebody на примере узла интерцептора самолета МС-21. Применяя данный инструмент у конструктора появляется возможность учесть все режимы и параметры, возникающие в кинематических, при проектировании и запуска в производство изделий АТ.

Ключевые слова: кинематический анализ; модель изделия; методика расчета; кинематические звенья; податливость тел.

Говорков Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры самолетостроения и эксплуатации авиационной техники, тел.: 89086608912, e-mail: govorkov_as@istu.edu

Рябцева Анастасия Эдуардовна, студент гр. СМ-08, тел.: 89832430021, e-mail: eduardowna2020@yandex.ru

Новый инструмент (функция) в системе трехмерного моделирования NX 7.5 фирмы SiemensPLMSoftware называется NXMotionFlexiblebody, который позволяет выполнять следующие функции:

- 1) создавать механизмы на основе САД сборок;
- 2) учитывать упругие свойства звеньев механизмов;
- 3) трансформировать нагрузку NXMotion в NXNastran;
- 4) учитывать упругие свойства нескольких звеньев механизма;
- 5) анализировать долговечность, основанной на результатах кинематического анализа с учетом податливости тел.

Ещё один инструмент NX, который рассматривается нами в данной работе это – NXMotionSimulation, интегрированный CAE модуль NX, предназначенный для:

- 1) моделирования механизмов;
- 2) анализа кинематики и динамики механизма;
- 3) анимации кинематики и динамики механизма;

4) определения параметров механизма:

- а) перемещения, скорости, ускорения;
- б) диапазон движения;
- в) силы, реакции, моменты;
- г) мертвые положения механизма, помехи, заклинивания;
- д) передача нагрузок для КЭ анализа

Также мы можем анализировать движение механизма с учётом податливости кинематического звена.

Возьмем для примера типовой алгоритм создания механизма:

1. Запуск приложения:

Создание расчётных случаев;

2. Задание кинематических звеньев:

Могут использоваться любые комбинации геометрических объектов: компоненты сборки, твердые тела, поверхности, кривые, точки и т.п.

3. Задание кинематических узлов связывающих звенья: узлы моделируют механические связи - узлы вращения; сферические шарниры и т.п.

4. Задание источников движения: движители; приложения силовых нагрузок.

5. Создание решения (анимация, артикуляция...). Движение механизма под действием движителей, сил, гравитации.

6. Решение и отображение результатов: включает в себя анимацию движения, графики, измерение, трассировку, анализ зазоров.

Задание кинематического звена.

Механизм может быть описан параметрической пространственной схемой на основе кривых и точек в одном файле. Создаём механизм на основе компонентов сборки (рис.1):

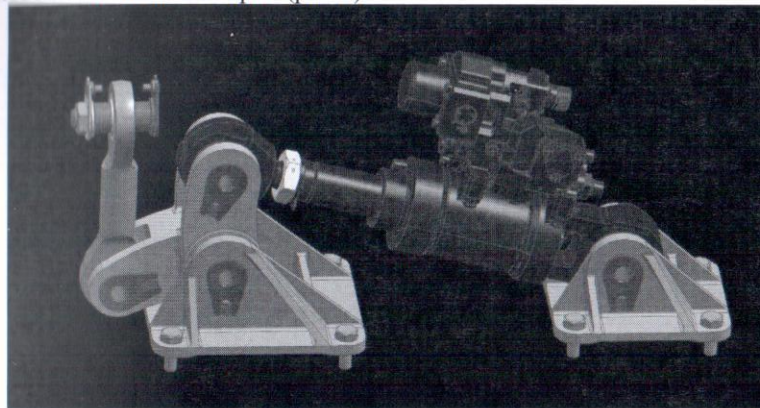


Рисунок 1- Привод для расчёта

Масса и инерционные характеристики могут быть рассчитаны автоматически по твердотельной геометрии или заданы пользователем.

Задание начальных скоростей перемещения и вращения звена.

Рассмотрим подробнее **NX Motion Simulation Flexible Body Analysis** – это CAE решение для:

- 1) анализа движения механизма с учётом деформированного состояния его кинематических звеньев;
- 2) определения НДС элемента механизма.

Используемые модули:

- NXAdvancedSimulation(NXNastransolver) (Semodes 103-FlexibleBody)-модальный анализ элемента конструкции; rfi – RecurDyn(входной файл для решения в данном модуле) inputfile (редуцированные матрицы результатов модального анализа);
- NX Motion Simulation (RecurDyn solver);.mdf- файл модальных деформаций.

Движение с учётом деформированного состояния тел:

- 1) Интеграция решателя RecurDynRflex в NXMotion;
- 2) Решение «под ключ», объединяющее возможности NX и RecurDyn:
 - NXMotion(модуль с решателем RecurDyn);
 - пре-постпроцессор NXAdvancedSimulation (модуль с решателем NXNastran);
 - NXNastran;
 - RecurDynSolver.

В данной работе создали механизм, указали упругое «звено» (рисунок 2), которое хотим учитывать, провели анализ используя оба модуля. В моём случае- узел, который берем- это механизм приводящий в движение интерцепторы (привод, рисунок 1) на крыле МС-21.

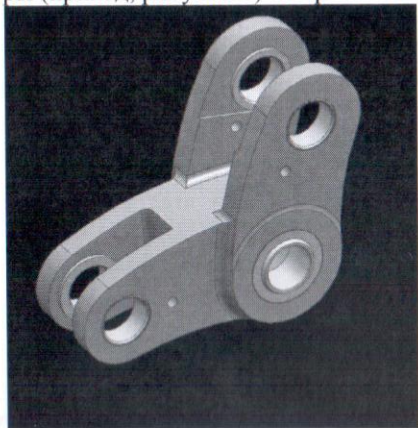


Рисунок 2 - Звено для расчёта

На схеме представлен порядок проведения анализа с помощью двух модулей: NXMotion и NXAdvancedSimulation (рисунок 3).

Такой образом порядок работы следующий:

- 1) создаём CAD-сборку или CADAssembly;
- 2) вNXMotion создаем механизм, задаем:
 - кинематические звенья;
 - кинематические узлы связывающие звенья между собой;
 - источник движения нашего механизма, нагрузки и т.д.
 - проводим анализ движения созданного механизма на предмет отсутствия заклинивания.
- 3) вNXAdvancedSimulation:
 - в сборке выбираем: компонент, который нам необходим, упругие свойства которого мы хотим учитывать,
 - тип решения Sol 103 – Flexible Body;
 - диапазон частот, которые будем учитывать (проводим динамическое редуцирование нашей конечноэлементной модели к внешним степеням свободы);
 - в процессе решения создаем три файла:
 - a) входной файл решателя RecurDyn-*.rfi, который содержит редуцированное представление нашей модели
 - b) файл результатов-*.op2, который содержит непосредственно формы колебаний нашего компонента
 - c) файл результатов- *_0. op2, который содержит модальные массы и деформации.

Порядок проведения анализа

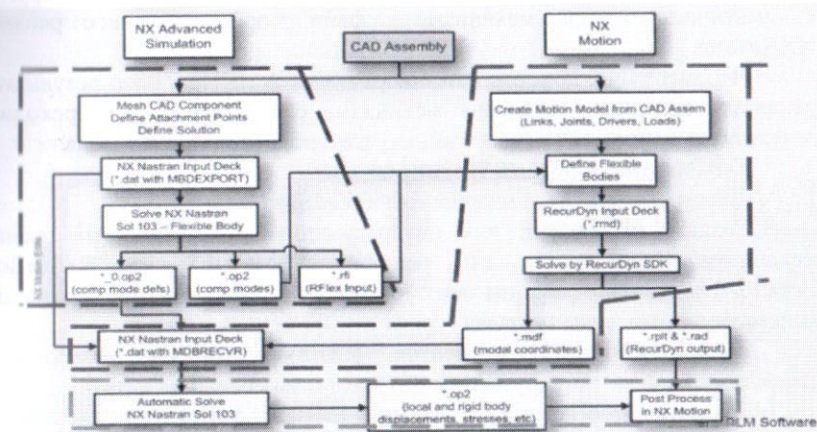


Рисунок 3- Порядок проведения анализа на основе NXMotion и NXAdvancedSimulation

После того, как мы сгенерировали всё в NXMotion, мы непосредственно задаём те звенья, упругие свойства которых мы хотим учитывать и указываем наш файл (для какого кинематического звена учитывать соответствующий входной файл решателя RecurDyn)-далее производится решение сначала NXMotion, а генерируется в файл модальных деформаций- *.mdf;далее автоматически будет запускаться решатель NXNastran, который будет использовать входной файл NXNastran- *.rmd (карта файла уже изменена на восстановление результатов)

FlexibleBodySolutionWorkflow

Создание нового решения и выбор функции FlexibleBodyDynamics в дополнительных опциях решения.Присвоить жесткому звену механизма упругие свойства, используя файл *.rfl.

Автоматическое совпадение узлов механизма с корневыми узлами соединительной сетки. Установить активные формы колебаний, коэффициент демпфирования.

Решение

Решатель RecurDyn генерирует файл модальной деформации (*.MDF), содержащий модальные координаты. Решатель исправляет первоначальный файл .dat для добавления карты MBDRECVRNXNastran - Автоматическое повторное решение NXNastranSEMODES 103 - FlexibleBody.

NXNastran использует файл RecurDyn .MDF. файл результатов восстановления данных _or2 и исходный входной файл NXNastran .dat для восстановления деформации, смещений, и др. для упругого кинематического узла механизма - файл *.or2 - итоговое решение NXNastran.

Перемещения, деформации, напряжения и т.д.Просмотр результатов решения. Анимация движения механизма с отображением переходных результатов деформации (напряжения) для гибкого тела в КЭ модели.

Flexible Body Solution Workflow

Создать механизм движения **AdvancedSimulation**

Создать FE и Sim для интересующих кинематических звеньев механизма Использовать тип решения SEMODES 103-FlexibleBody Установить степени свободы фиксированных границ в узлах соединения кинематического звена (упругого тела) с механизмом.

Использование 1D элементов (RBE2) элементов для создание соединительной сетки упругого тела и механизма Решение задачи

Создается нескольких файлов (MBDEXPORT), используемых ResiЮупдля решения и восстановления результатов (*donotdelete, rename, ormovefollowingfiles*):

- .dat (используется при дальнейшем обновлении результатов);
- .or2 (содержит геометрию модели и результаты модального анализа);

_or2 (используется при дальнейшем обновлении результатов, содержит модальные величины, полную модальную массу, компоненты масс, модальную жесткость, компонентные моды и т.д.);
rfl (RecurDynRflex Input file, тождество.mnf modal neutral file дляADAMS).

Таким образом, применяя на этапе конструкторской подготовки производств современные системы моделирования и анализа изделий (с многофункциональными возможностями – статический, динамически, тепловой и др. расчеты), в том числе кинематический анализ, можно добиться выпуска современной, конкурентоспособной, и главное, с точки зрения технолога – технологичной продукции, с минимальной себестоимостью, но с заданными целевыми функциями.

**АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ
И ТРАНСПОРТ СИБИРИ**

Сборник статей
III Всероссийской научно-практической конференции

(Иркутск, 11–12 апреля, 2013 г.)

Печатается с оригиналов, подготовленных авторами

Подписано в печать 05.04.2012. Формат 60 x 90 / 16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 28,0.
Тираж 100 экз. Зак. 13с.

Лицензия ИД № 06506 от 26.12.2001
Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83