Adams/Machinery

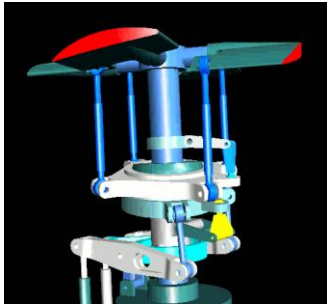
Специализированное решение для создания и расчёта сложных механизмов

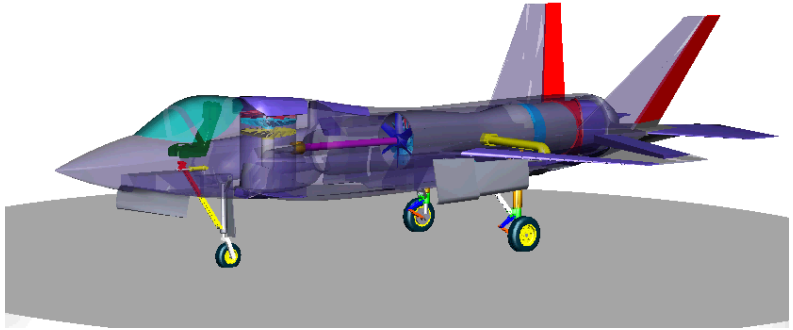
MSC Software®

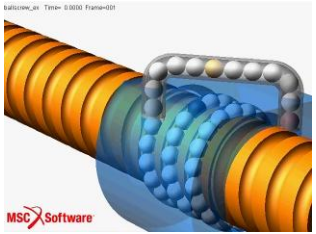
Simulating Reality, Delivering Certainty™

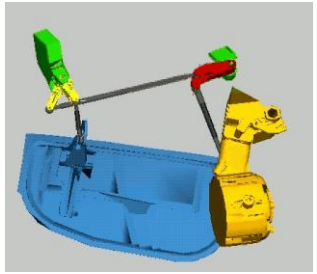
ADAMS (**A**utomatic **D**ynamic **A**nalysis of **M**echanical **S**ystems) – система комплексного моделирования машин и механизмов

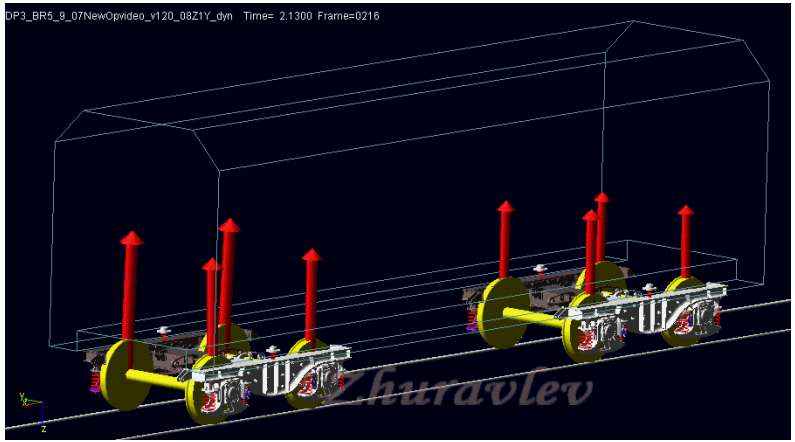
- Система для моделирования сложных механизмов и машин
  - Расчет динамики и кинематики механизмов и машин
  - Анимация движения и вывод результатов в любой форме
- Модель может включать:
  - Сосредоточенные массы
  - Абсолютно жесткие тела
  - Упругие тела
  - Упругие линейные и нелинейные связи
  - Демпферы
  - Контакты
  - Нагрузки самой различной природы
  - Систему управления и т.д.





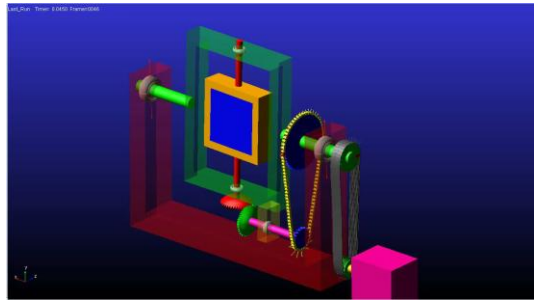


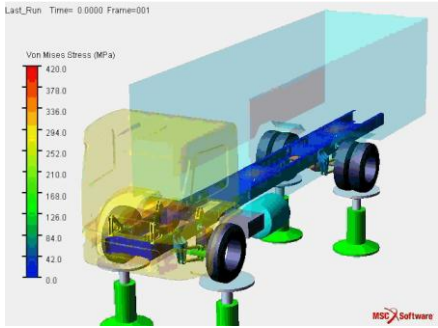


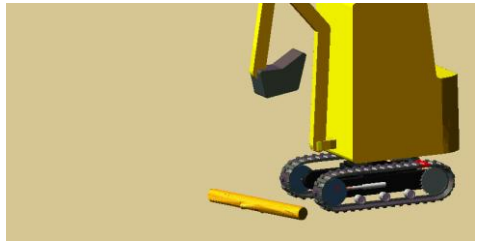


Кратко об Adams…

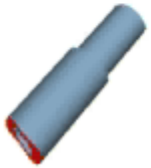
- Решение нелинейных задач динамики и кинематики многомассовых систем явными и неявными методами интегрирования
- Решение задач статики
  - классическим методом
  - методом динамического поиска равновесного состояния
- Решение задач частотного отклика
- «Встраивание» в расчетную модель Adams упругих тел, подготовленных в КЭ-системах | **MSC Nastran**
- Возможность создания силовых, кинематических и др. элементов на основе данных из экспериментов
- Экспорт данных об НДС упругих тел для последующего расчёта долговечности | **MSC Fatigue**
- Экспорт расчетной модели (как линеаризированной, так и нелинейной) для «встраивания» её в программные комплексы моделирования систем управления | **Easy5**
- Импорт системы управления для «встраивания» её в модель Adams и проведения расчетов с учетом влияния САУ | **Easy5**
- Возможно подключение собственных подпрограмм, написанных на языке **C** или **Fortran**
- и многие другие возможности …







Создание виртуального прототипа



Структура модулей Adams 2013

Basic Package

- Adams/Solver
- Adams/Solver SMP
- Adams/Linear
- Adams/View
- Adams/Exchange
- Adams/PostProc.
- Adams/Insight

Advanced. Pkg.

- Adams/Controls
- Adams/Durability
- Adams/Flex
- Adams/Vibration

Adams/Car Pkg.

- Adams/Car
- Adams/3D Road
- Adams/Car Ride
- Adams/Vehicle Dynamics
- Adams/Susp. Design
- Adams/ SmartDriver
- Adams/DriveLine
- Adams/Tire Handling
- Adams/Chassis

Optional

- Adams/FTire
- Adams/Machinery
- Adams/ATV

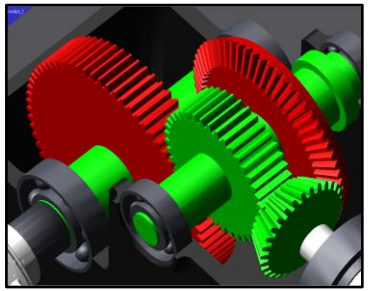
= Adv. MK

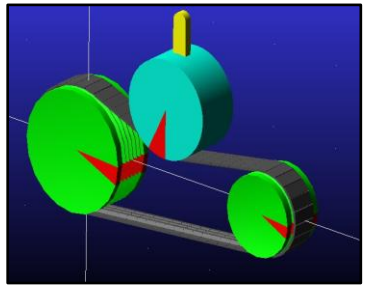
MSC Software Confidential

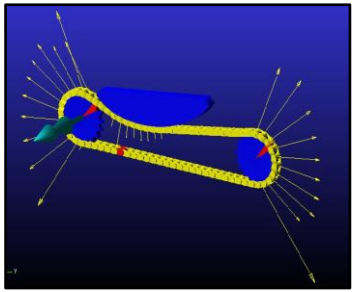
Adams/Machinery

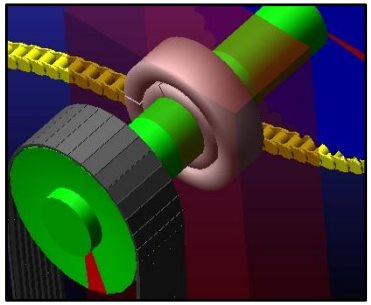
Новый специализированный модуль для быстрого моделирования:

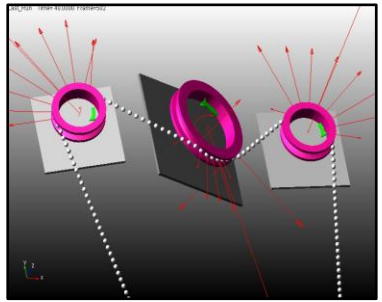
- Зубчатых передач
- Ременных передач
- Цепных передач
- Подшипников
- Тросовых систем
- Электродвигателей

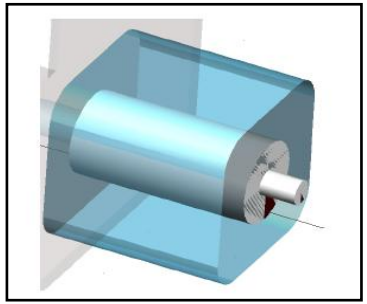












Что было раньше…

- Построение комплексных моделей представляло определённые трудности

- В результате

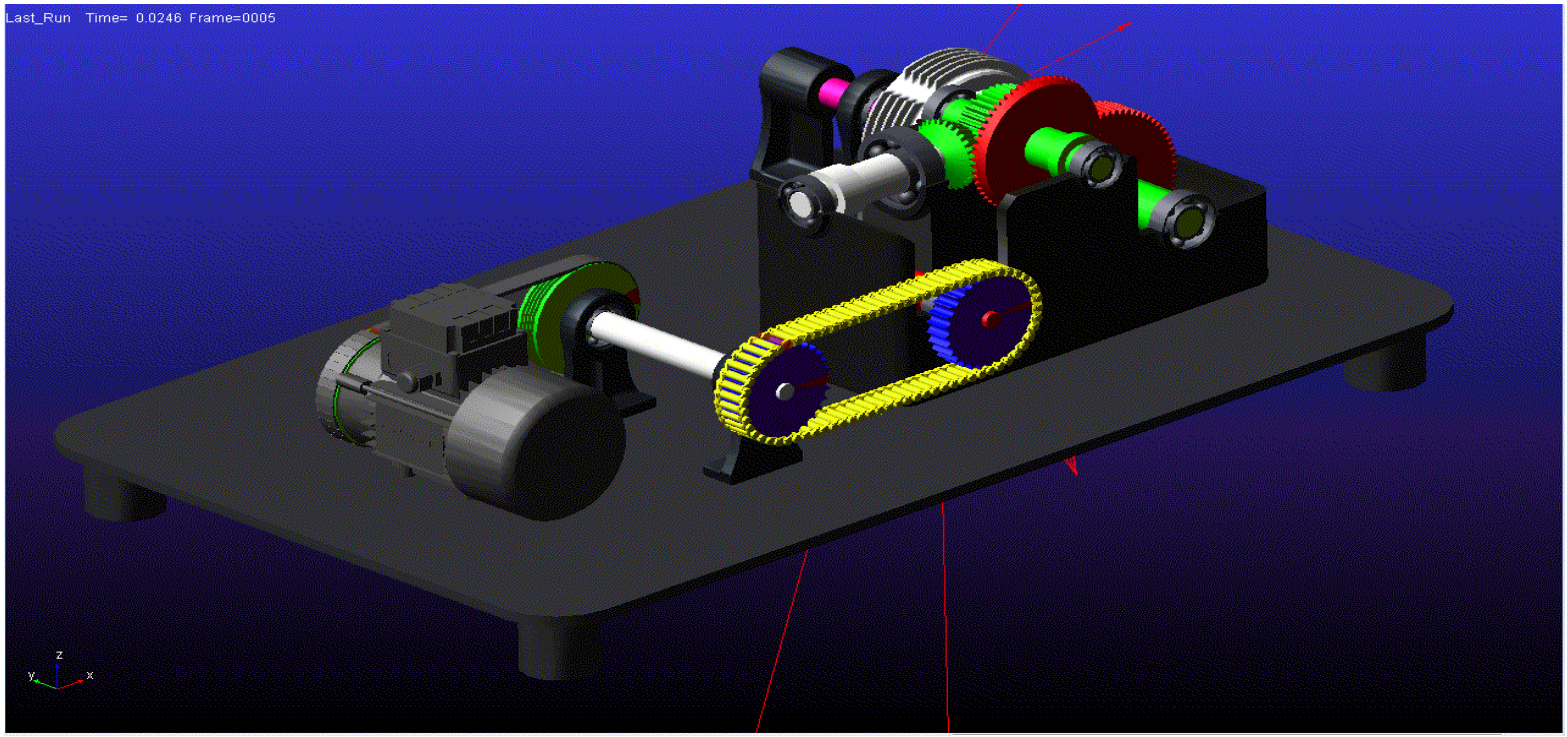
- Подготовка таких моделей занимала много времени

- Требовались знания продвинутого пользователя Adams для использования внутреннего языка программирования

- Узкая направленность каждой модели часто не позволяла использовать модель для других задач

```
variable modify variable=$_self.zinc real = (eval($_self.radius*(cos($_self.newang) - cos($_self.ang
variable modify variable=$_self.newxcoord real = (eval($_self.xcoord + $_self.xinc))
variable modify variable=$_self.newzcoord real = (eval($_self.zcoord + $_self.zinc))
variable modify variable=$_self.newycoord real = (eval($_self.ycoord + $_self.yinc))

point create point_name = (eval(DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii//"_B")) &
   location = (eval($_self.newxcoord)),(eval($_self.newycoord)),(eval($_self.newzcoord))

variable modify variable = $_self.partname string = (eval($_self.prefix//"_"//$_self.ii))

variable modify variable = $_self.lengthcyl real=(eval($_self.segrat*(SQRT(($_self.newxcoord-$_self.
*2 + ($_self.newycoord-$_self.ycoord)**2 + ($_self.newzcoord-$_self.zcoord)**2))))

part create rigid_body name_and_position &
   part_name = (eval($_self.partname)) &
   ground_part = no &
   location = 0.0, 0.0, 0.0 &
   orientation = 0.0, 0.0, 0.0

marker create &
    marker_name = MAR_1 &
    location = (eval($_self.xcoord)),(eval($_self.ycoord)),(eval($_self.zcoord)) &
    orientation = (ORI_ALONG_AXIS((eval(DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii))
DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii//"_B")), "Z"))

marker create &
    marker_name = MAR_2 &
    location = (LOC_ON_AXIS(MAR_1,(eval($_self.lengthcyl)),"Z")) &
    orientation = (ORI_ALONG_AXIS((eval(DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii))
DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii//"_B")), "Z"))

marker create &
    marker_name = MAR_CM &
    location = (LOC_ON_AXIS(MAR_1,(eval($_self.lengthcyl/2.)),"Z")) &
    orientation = (ORI_ALONG_AXIS((eval(DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii))
DVmodel_name//".ground."//$_self.prefix//"_PT_"//$_self.ii//"_B")), "Z"))

variable modify variable=$_self.ixx real=(eval($_self.cyl_mass*(0.25*$_self.linkrad**2 + 0.083333*
_self.lengthcyl**2)))
variable modify variable=$_self.iyy real=(eval($_self.ixx))

part create rigid_body mass_properties  &
    part_name = (eval($_self.partname))  &
    mass = (eval($_self.cyl_mass)) &
    center_of_mass_marker = MAR_CM &
    inertia_marker = MAR_CM &
    ixx = (eval($_self.ixx))  &
    iyy = (eval($_self.iyy))  &
    izz = (eval($_self.izz))  &
    ixy = 0  &
    izx = 0  &
    iyz = 0

geometry create shape cylinder &
   cylinder_name= (eval("CYL_"//$_self.ii)) &
   center_marker=MAR_1 &
   length = (eval($_self.lengthcyl)) &
```

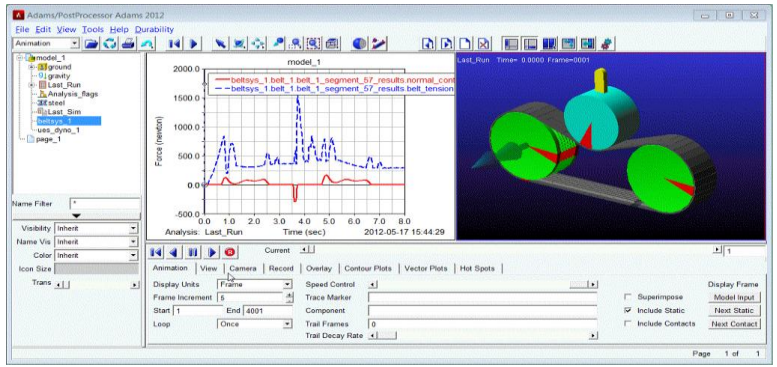
Решение Adams/Machinery

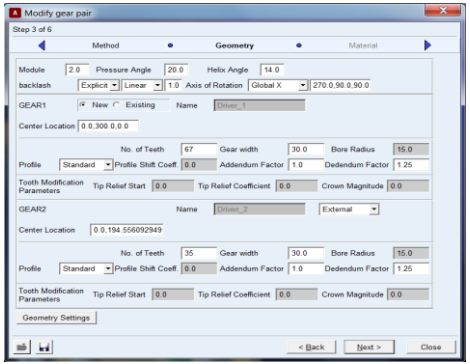


Подготовка компонентов для подобных моделей с помощью удобных пошаговых сценариев за существенно меньшие сроки!

Основные преимущества Adams/Machinery

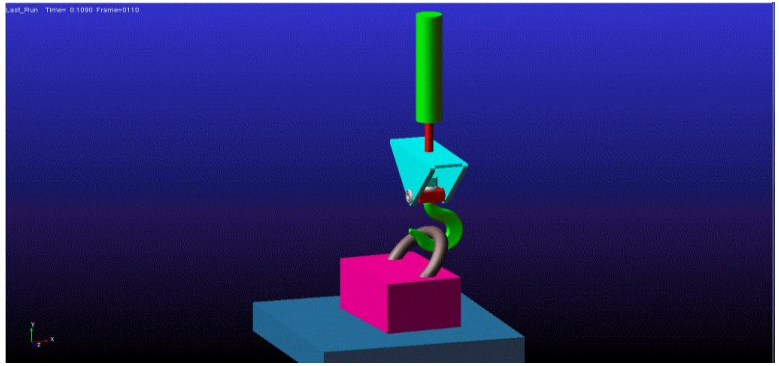
- Высокоточное и быстрое моделирование стандартных деталей
- Пошаговое построение механизма для ускорения процесса проектирования и простоты дальнейшего использования модели
- Обработка результатов расчёта в постпроцессоре Adams
- Уменьшение времени моделирования отдельных узлов на 80% - 90%
- Создание детальной и реалистичной модели без привлечения высококвалифицированного специалиста
- Лучшее представление о работе механизма в целом – диагностика ошибок



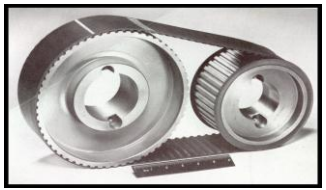


Преимущества Machinery перед возможностью расчёта в CAD-системе

- Моделирование специфических для данного направления компонентов в автоматическом режиме
- Высокоточные методы для проведения общих и специфических расчётов
  - Библиотека подшипников с нелинейными свойствами и возможностью прогноза долговечности на основе мировых промышленных стандартов
  - Введение в систему электромоторов с использованием различного представления их свойств, возможность интеграции со средами моделирующими системы управления (EASY5, Simulink)
  - Настраиваемые контакты и эффекты связанные с влиянием массы при решении задач ременной, цепной и тросовой динамики

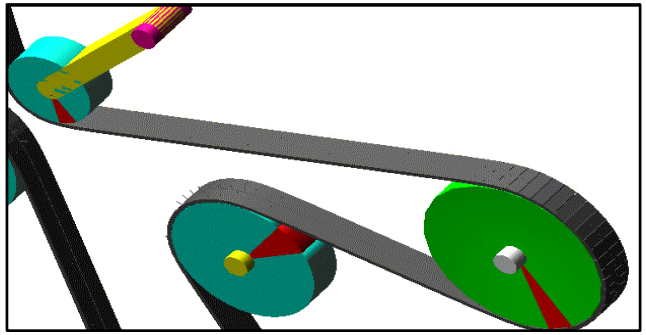


Модуль Belt

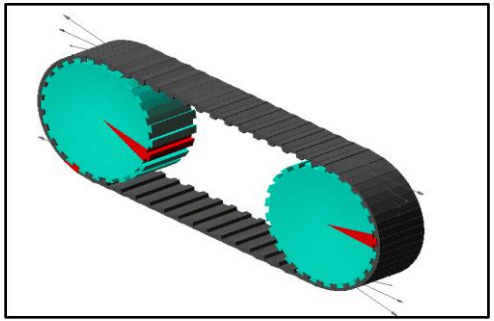


Типы моделирования ремней

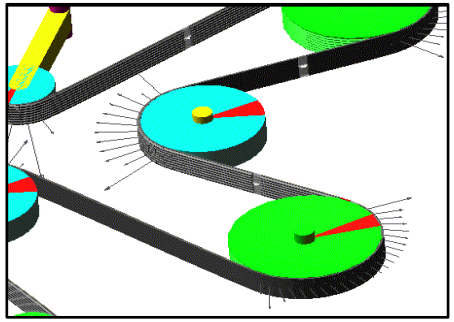
- *Заданием граничных условий*
  - Создаётся кинематическая связь
- *2D/3D мерные ремни*
  - Реалистичная формулировка ремня
  - Учёт натяжителей и демпферов, перемещение шкивов
- *Трёхмерный гладкий ремень*
  - Учёт офсетов шкивов
  - Учёт смещений и несоосностей шкивов



Гладкий ремень

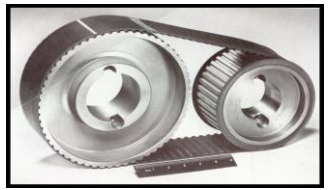


Зубчатый ремень



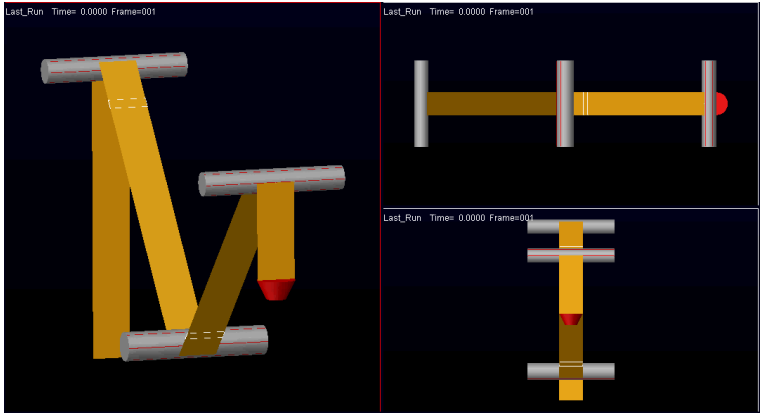
Поликлиновой ремень

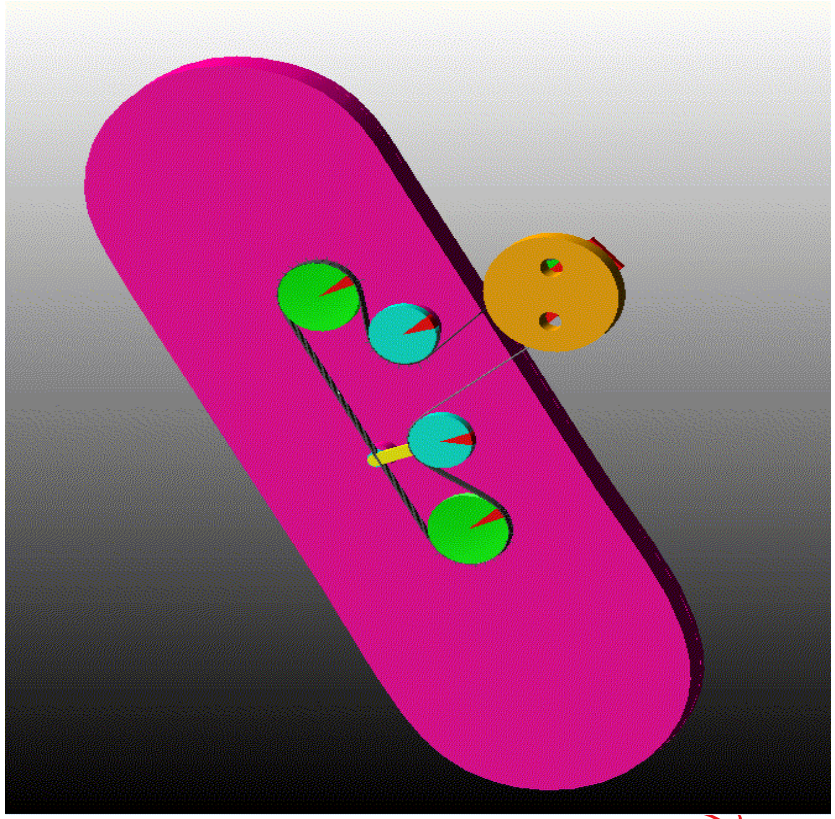
Модуль Belt



Применение ременного модуля

- Исключение ошибок в проектировании систем с ременной передачей
- Возможность предсказать историю нагружения
- Расчёт контактов при проскальзывании ремня
- Исследование эффектов ременной динамики

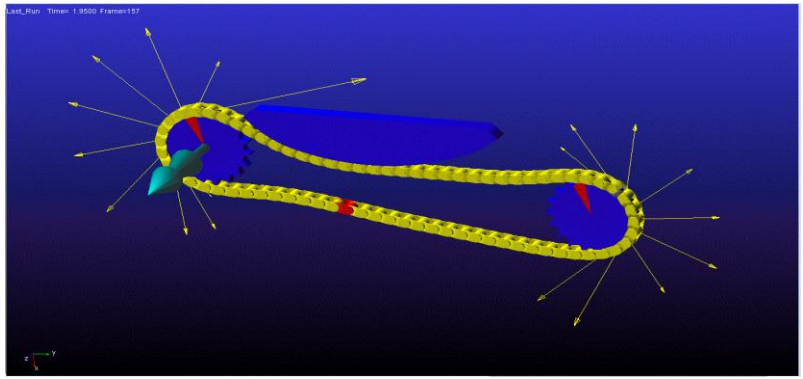




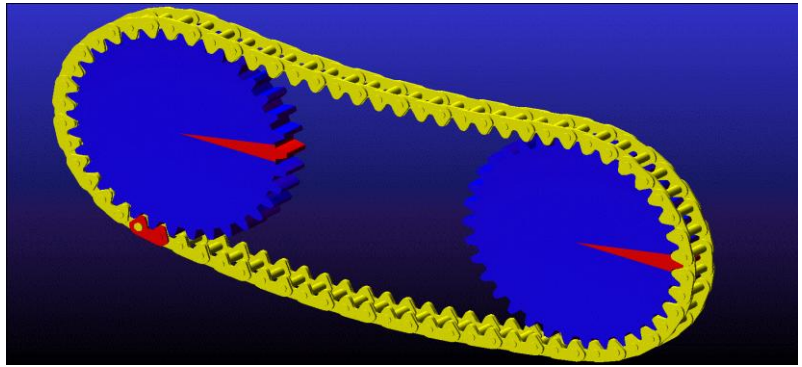
Модуль Chain

Типы моделирования цепных передач

- *Заданием граничных условий*
  - Создаётся кинематическая связь
- *2D/3D мерные цепи*
  - Реалистичная модель цепи
    - Разделение жёстких частей на шарниры соединённые различными видами связей
    - Контакт с использованием функции IMPACT для моделирования контакта со звёздочками
- *Пространственное поведение для роликовой цепи*
  - Учёт офсетов звёздочек
  - Учёт смещений и несоосностей звёздочек



Обычная роликово-втулочная цепь

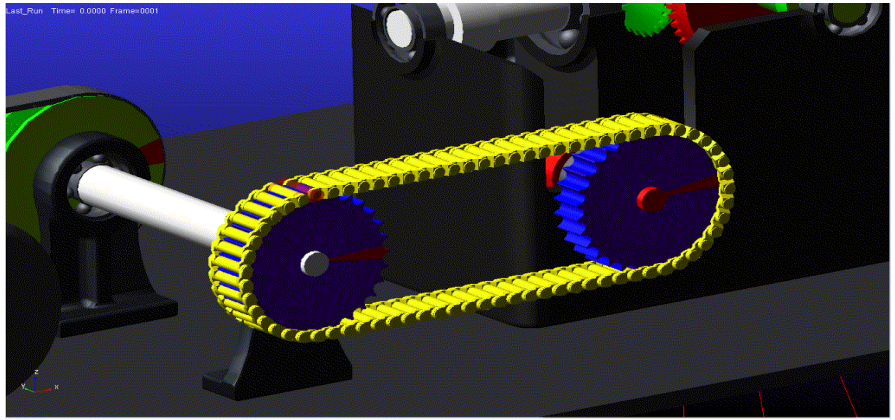


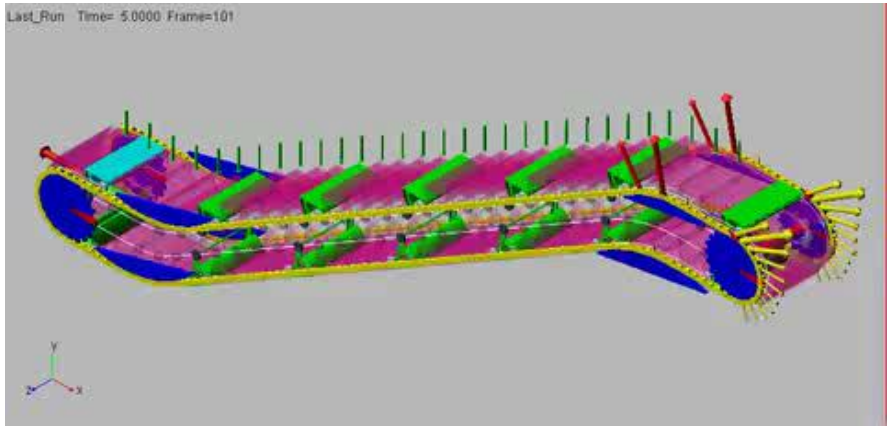
Зубчатая (бесшумная) цепь

Модуль Chain

Создание систем с цепными передачами

- Исключение ошибок связанных с растяжением цепи
- Получение истории нагружения звёздочек цепного механизма
- Исследование колебаний цепи при различной нагрузке
- Влияние цепного привода на выходные параметры всей системы



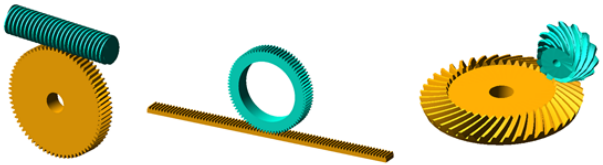


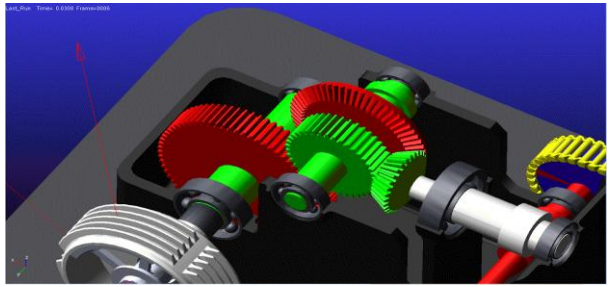
Модуль Gear

Доступные типы моделирования шестерёнчатых передач

- *Упрощённое представление*
  - Аналитическое представление контакта
  - Задание люфта в качестве входного параметра для исследования дребезга и т.п.
- *Трёхмерный контакт*
  - Контакт геометрических компонентов
  - Учитываются все 6 степеней свободы шестерен
  - Настройка люфта на геометрии при моделировании
  - Рельеф вершины и основания зуба могут быть заданы для прямозубых и косозубых шестерен

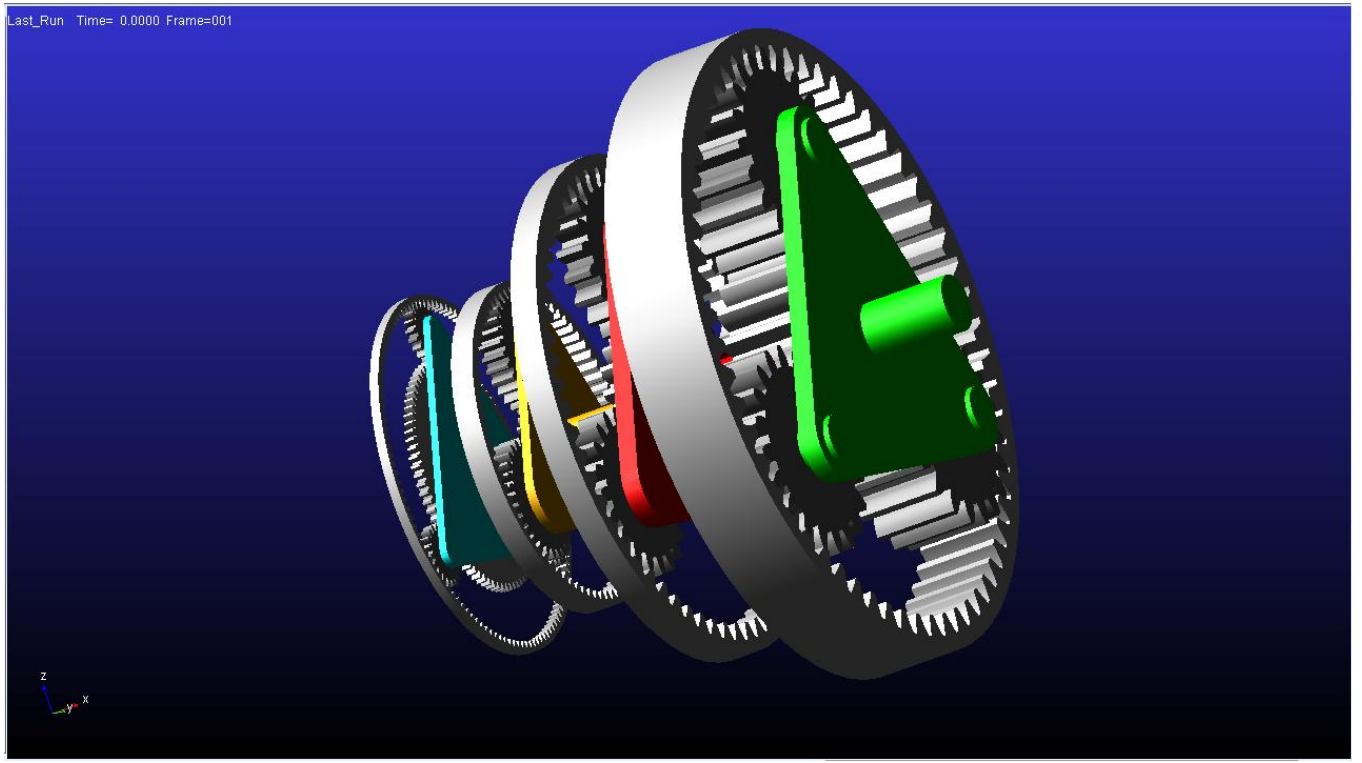
Типы шестерен и зубчатых передач	Точность моделирования	
	Упрощённая	3D контакт
Прямозубые (Внешние/Внутренние)	✓	✓
Косозубые (Внешние/Внутренние)	✓	✓
Прямые конические Straight	✓	✓
Конические со спиральными зубьями	✓	✓
Гипоидные передачи	✓	✓
Червячные передачи	✓	✓
Передачаишестерня - рейка	✓	✓





Модуль Gear

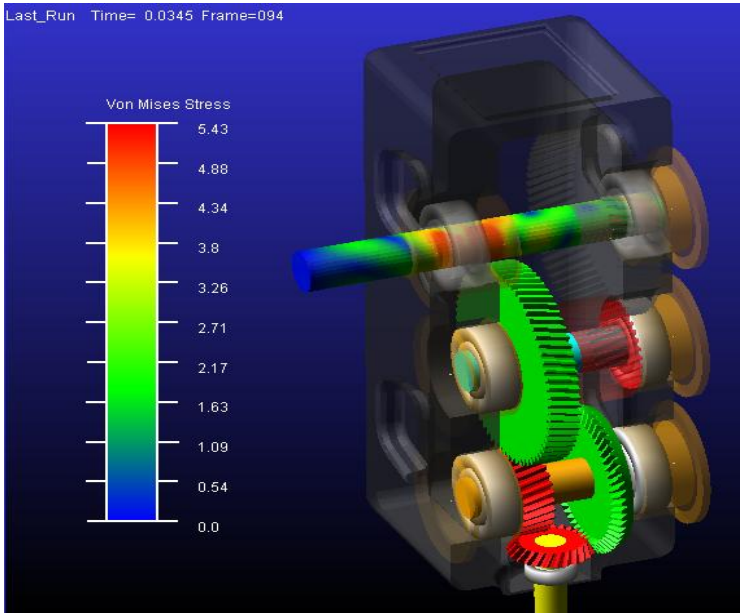
- **Создание планетарного редуктора**
  - Сценарий для быстрого создания планетарных редукторов
  - Упрощённый метод или с учётом трёхмерных контактов



Модуль Gear

Задачи решаемые с помощью шестерёнчатого модуля

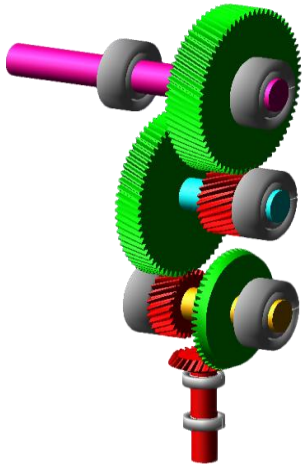
- Исследование люфтов и эффектов связанных с ними в шестерёнчатых передачах
- Определение сил контактного взаимодействия между шестернями
- Исследование трения в передачах
- Определение и уменьшение дребезга шестерёнчатых передач

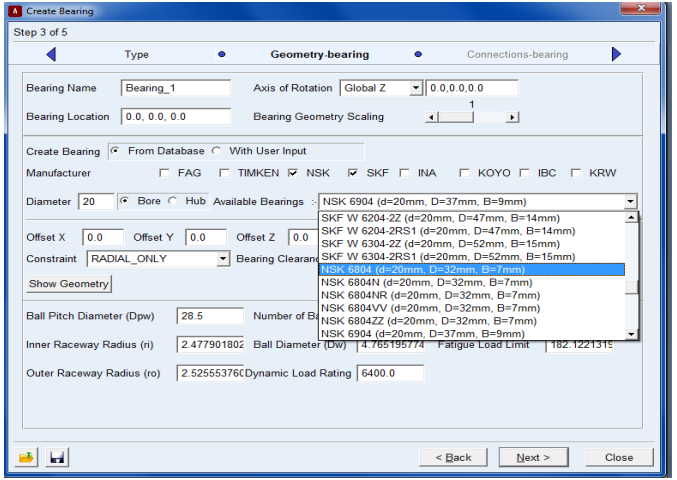


Модуль Bearing

Возможности задания подшипников

- *Упрощённые метод*
  - Шарнир (простой кинематический шарнир)
  - Упругий шарнир (линейный bushing-элемент)
- *Детальный метод*
  - 14 типов подшипников
  - Варианты ввода
    - Пользовательские параметры подшипника
    - Библиотека подшипников (больше 24,000 видов от 8 мировых производителей)
  - Расчётные параметры
    - Усилия в подшипниках
    - Долговечность подшипников
      - Базируется на стандарте ISO/TS 16281
      - Около 120 типов смазочных средств

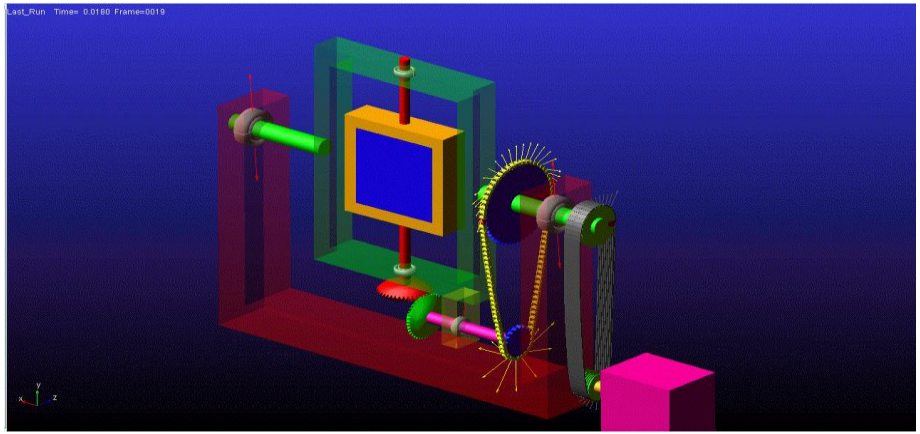




Модуль Bearing

Задачи решаемые с применением подшипникового модуля

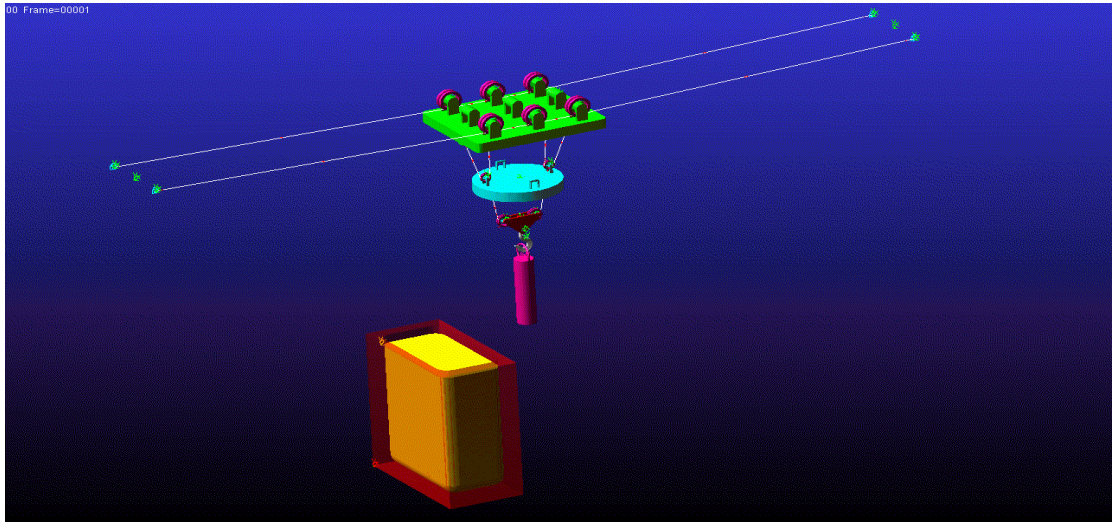
- Исследование эффектов возникающих при смене параметров подшипников
- Расчёт нагрузок на подшипники
- Оценка долговечности подшипников



Модуль Cable

Возможности моделирования тросовых систем

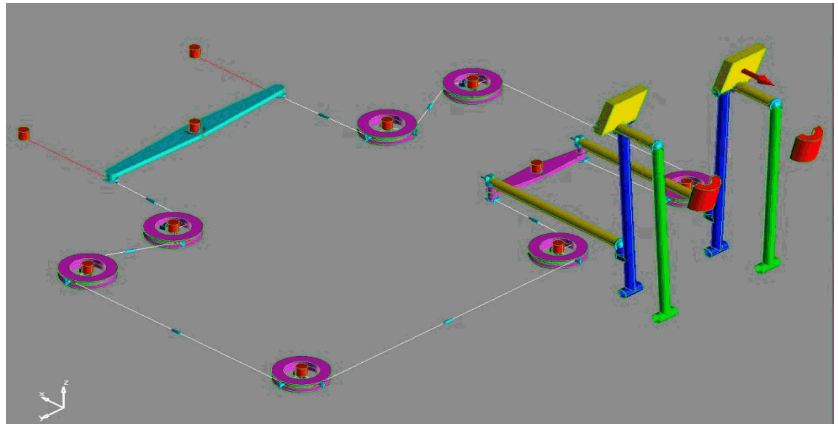
- *Упрощённый метод (без учёта массы тросов)*
  - Хорошо зарекомендовавший себя метод определения усилий на шкивах
  - Высокая производительность при расчёте
- *Реалистичный метод задания тросов (с учётом массы)*
  - Апробированный способ расчёта динамики тросов и усилий на шкивах

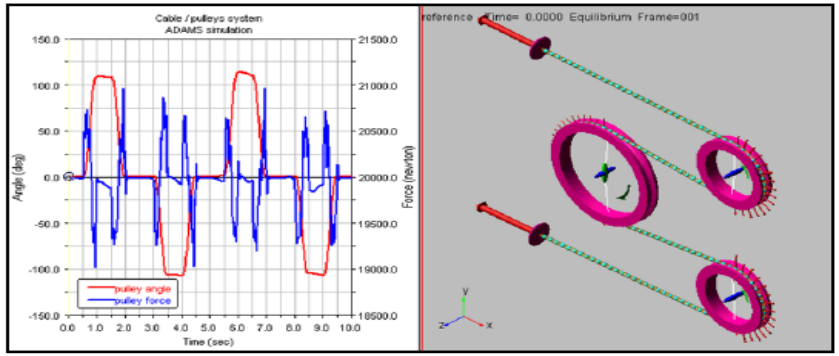


Модуль Cable

Варианты решаемых задач

- Расчёт напряжений в тросах
- Определение истории нагружения для шкивов
- Расчёт динамических эффектов кабельной системы
- Исследование подъёмных тросовых систем

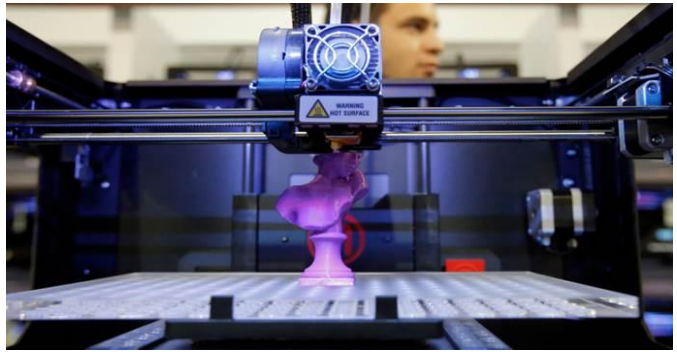


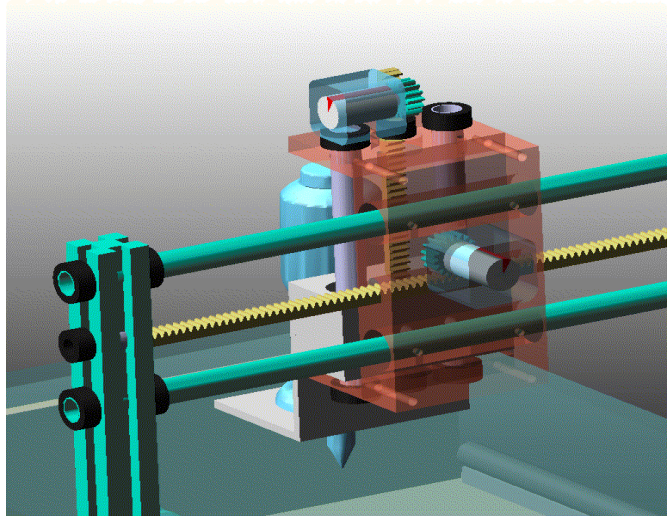


Модуль Electric Motor

Варианты моделирования электромоторов

- Свойства заданные кривой
  - Пользователь задаёт характеристики момента в зависимости от скорости вращения мотора
- Аналитический метод
  - Задание характеристик мотора уравнением
  - Типы моторов:
    - двигатель постоянного тока параллельного и последовательного возбуждения
    - бесколлекторный двигатель постоянного тока
    - шаговый двигатель
    - синхронный двигатель переменного тока
- Внешний компонент
  - Используя Adams/Controls возможно импортировать компонент электромотора из Easy5 или Simulink
  - Возможности по совместному решению

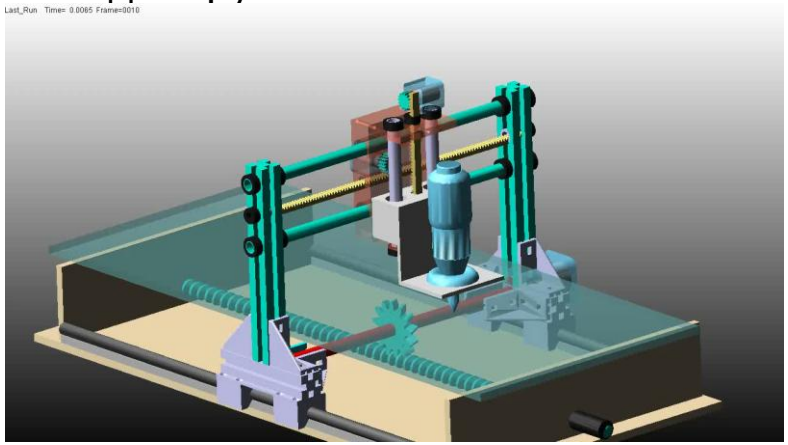


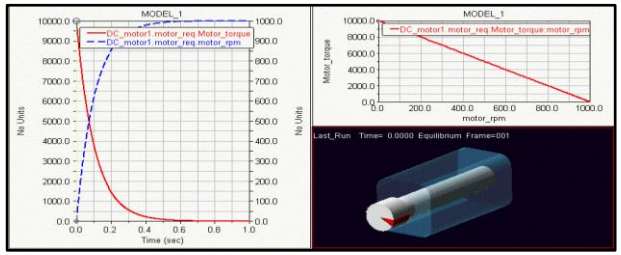


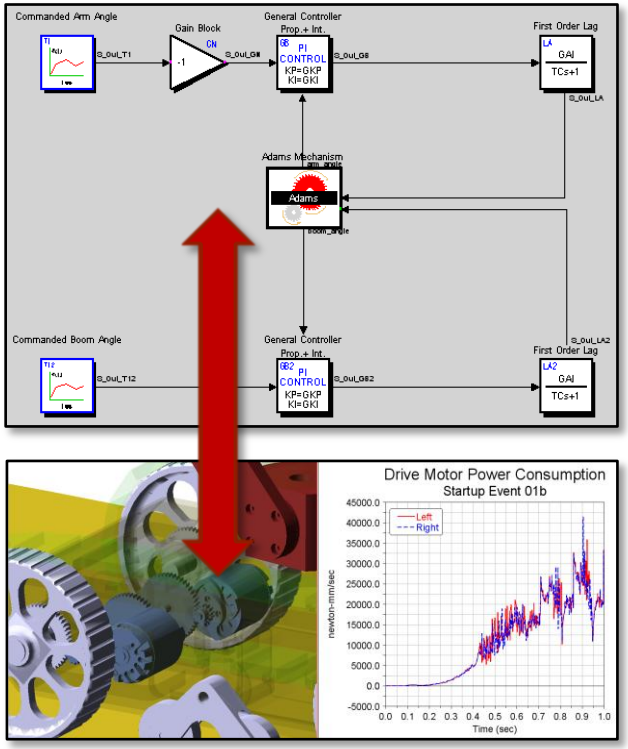
Модуль Electric Motor

Решаемые задачи

- Расчёт необходимых габаритов мотора
- Определение воздействия крутящего момента на систему в целом
- Возможность определения точного положения двигателя
- Позволяет генерировать реалистичный сигнал для расчётов компонентов моделируемой системы

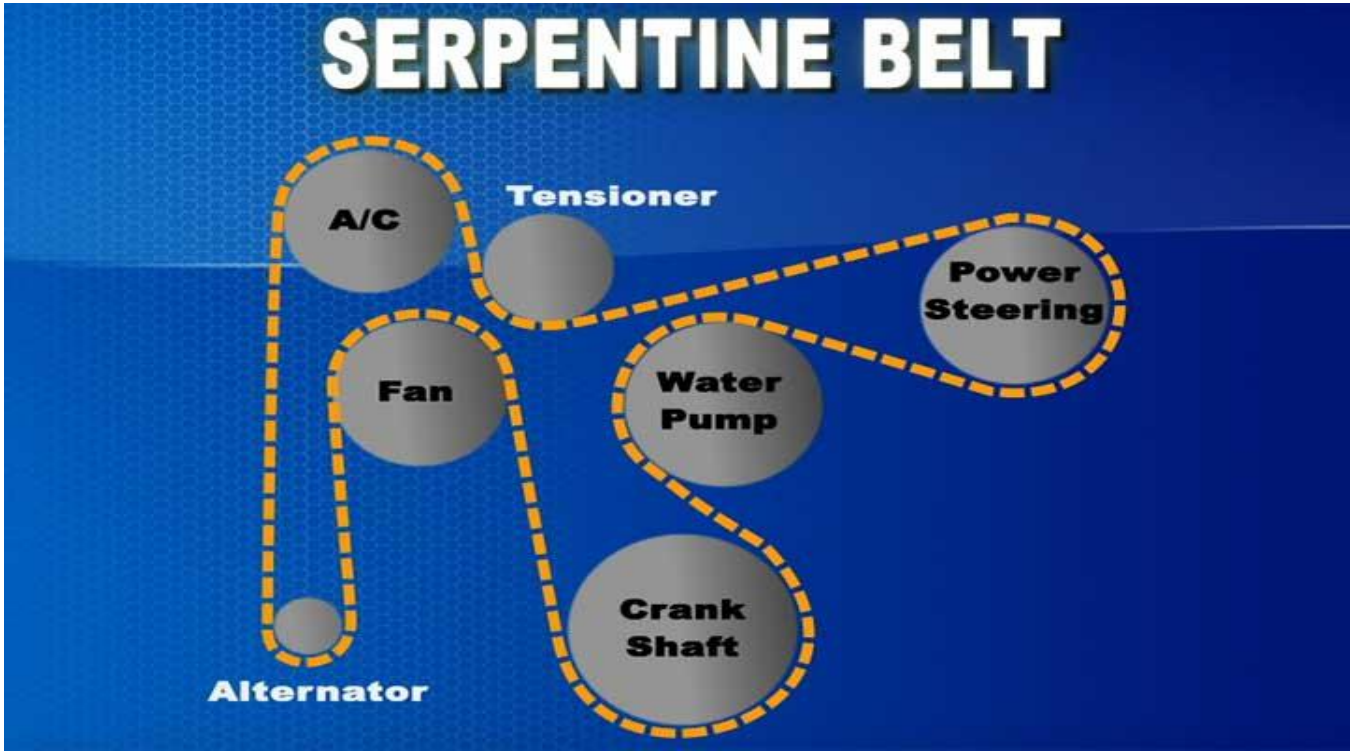






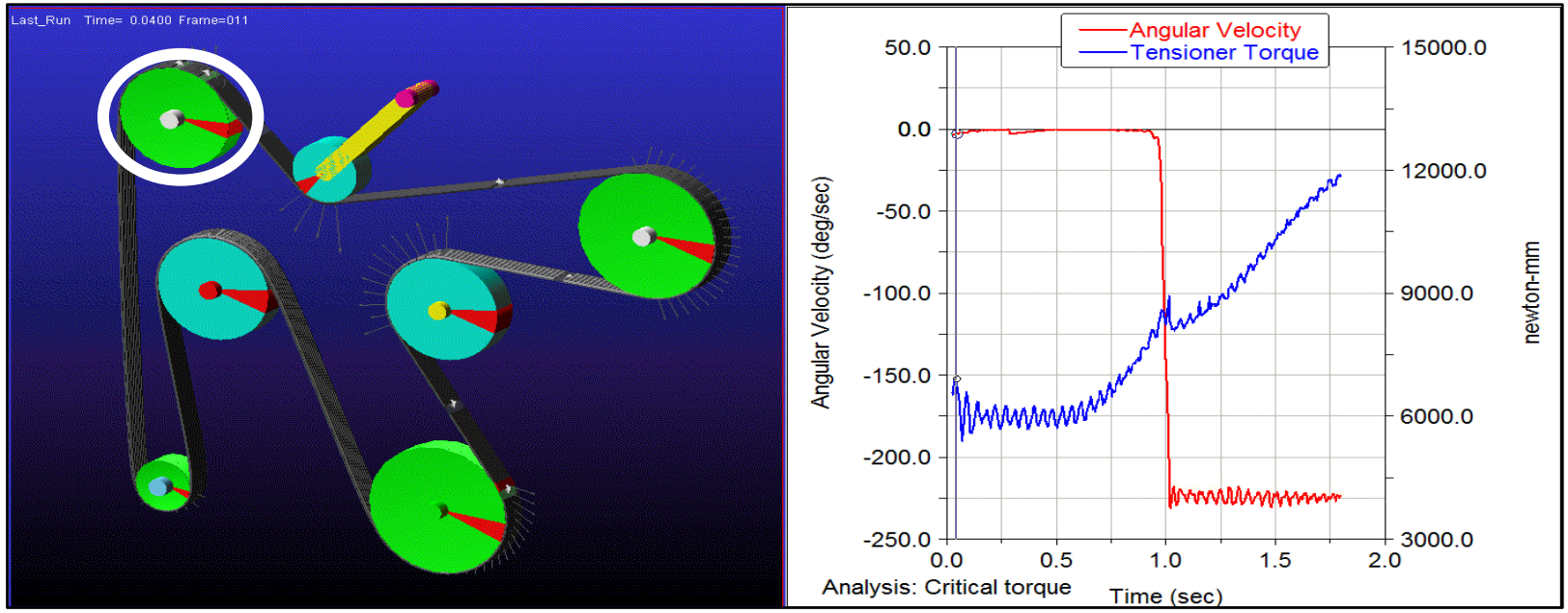
Примеры применения Adams/Machinery

Система привода навесного оборудования ДВС



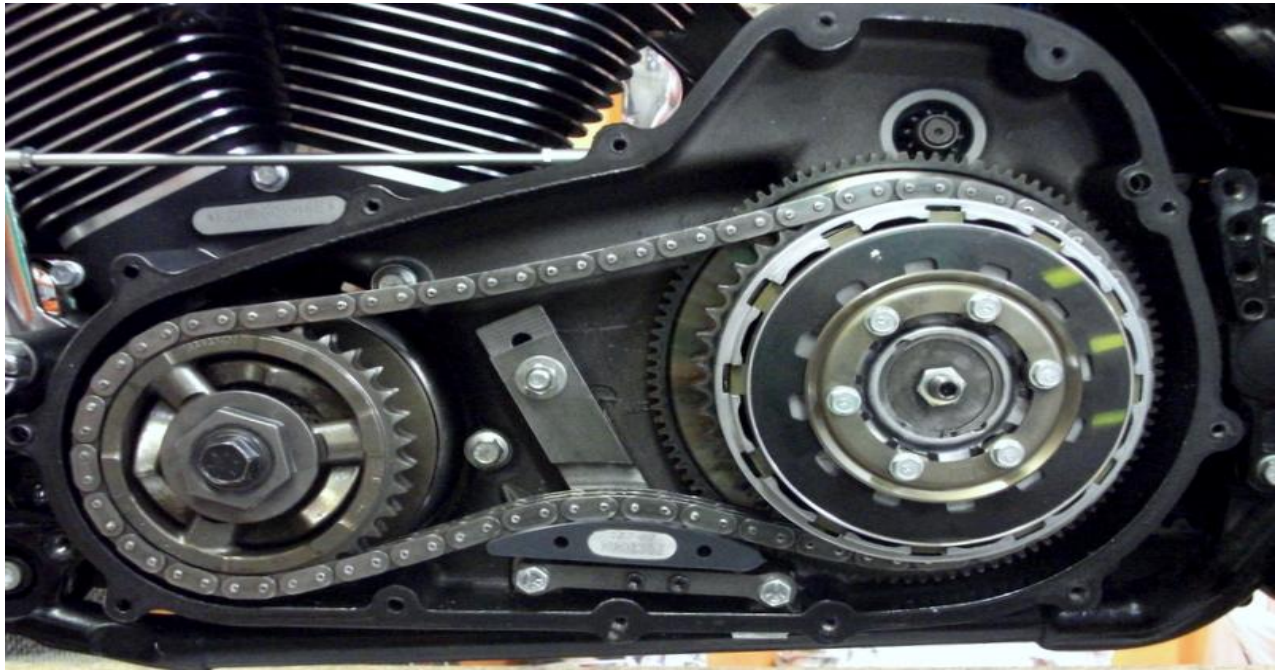
Система привода навесного оборудования ДВС

Постановка задачи: определить оптимальную силу натяжения, для исключения проскальзывания ремня

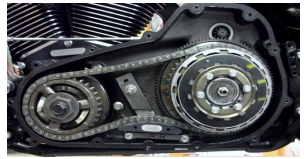


- ✓ *Определено минимально необходимое усилие натяжителя*
- ✓ *Параметры ремня подходят для условий эксплуатации*
- ✓ *Минимальные паразитные потери и максимальная эффективность*

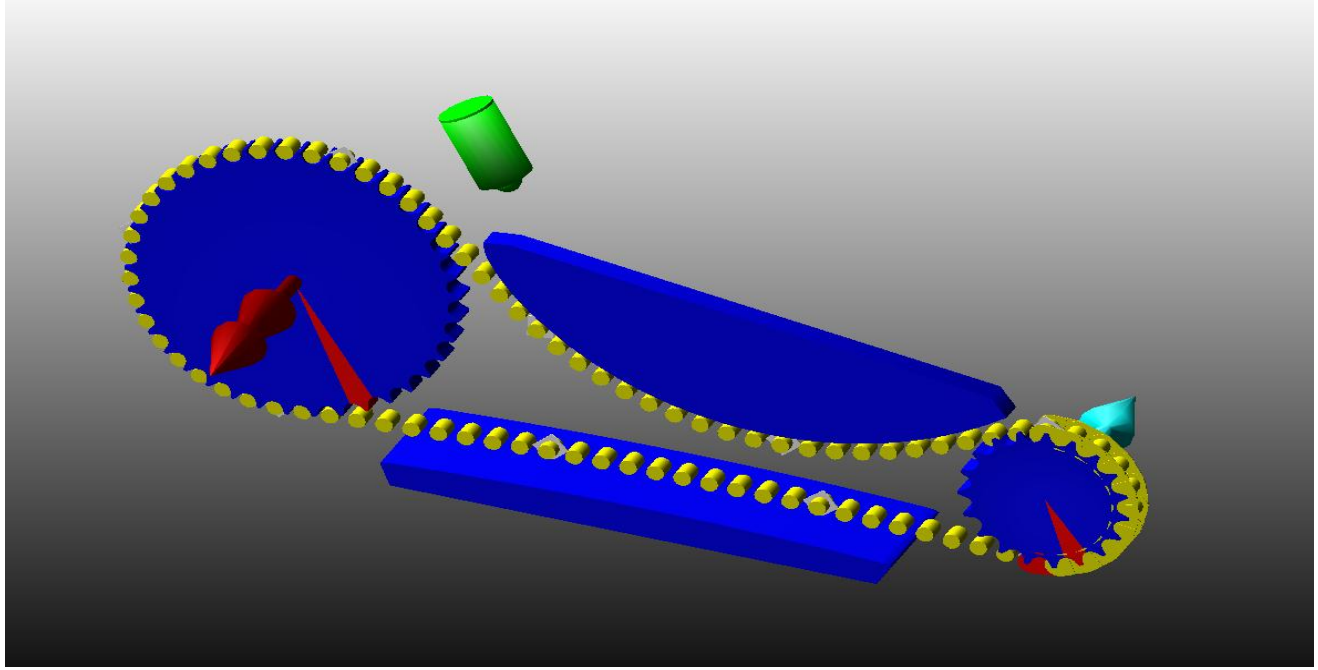
Динамическое поведение цепи



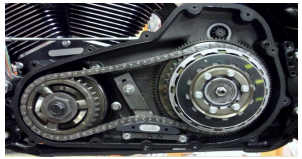
Динамическое поведение цепи



Постановка задачи: При испытаниях обнаружены недопустимые колебания цепи. Подробное моделирование и верификация с натурным изделием позволит найти решение проблемы на виртуальной модели

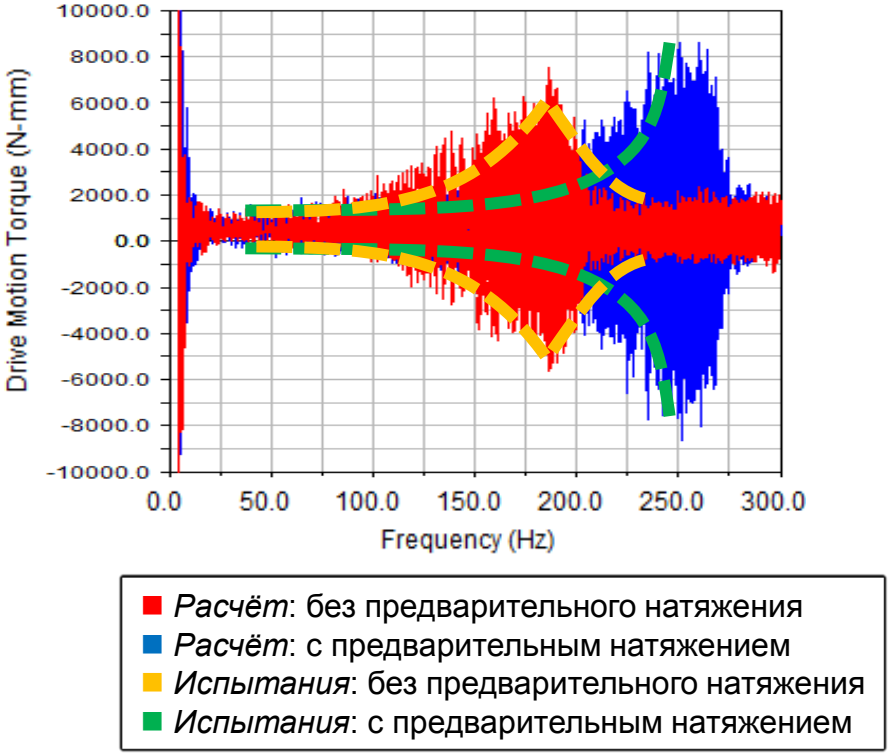


Динамическое поведение цепи



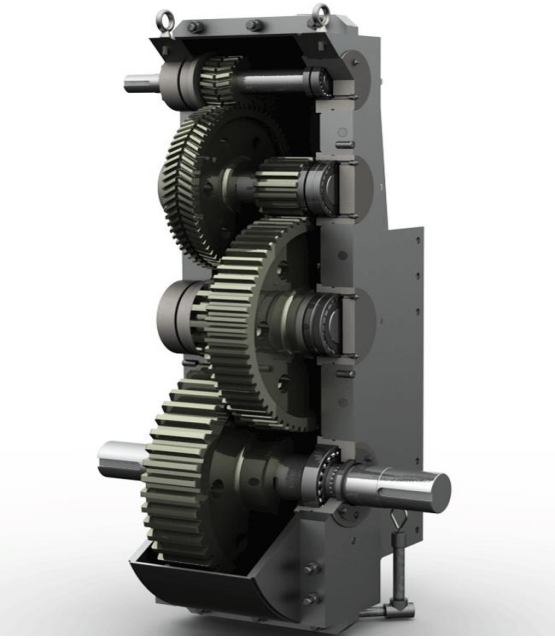
Результат: После исследования чувствительности параметров модели была получена точная виртуальная модель системы, поведение которой совпадает с результатами испытаний. После чего модель может эффективно использоваться для устранения опасного явления («флаттер» цепи)

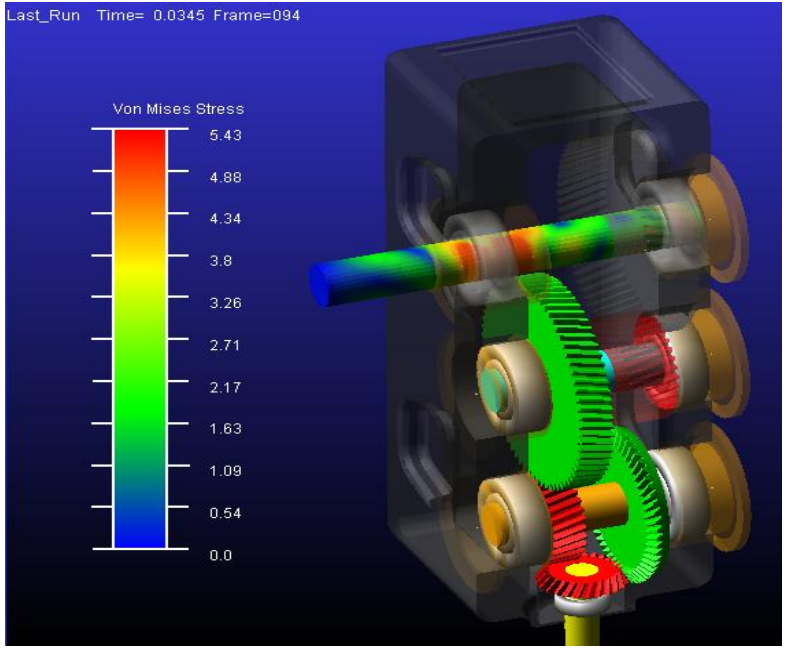
- ✓ **Модель верифицирована с результатами испытаний**
- ✓ **Резонансная частота сдвинута в допустимую зону**
- ✓ **Параметры системы остались в рамках установленных ограничений**



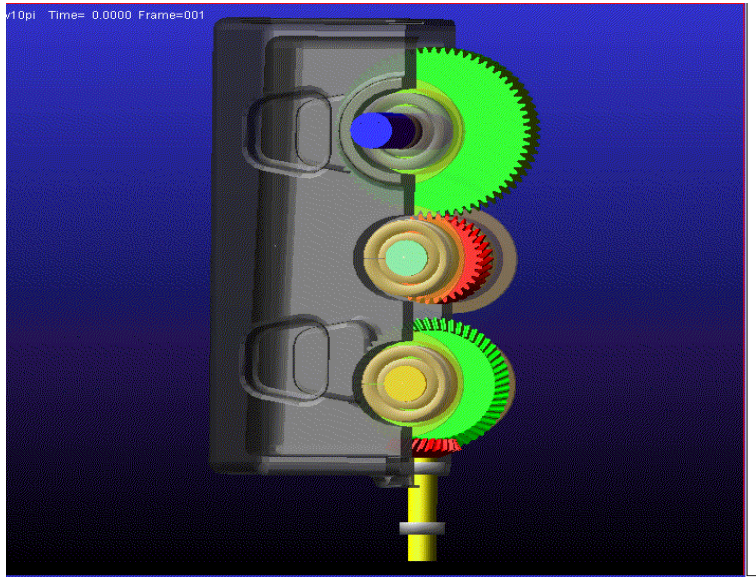
Дребезг зубчатой передачи

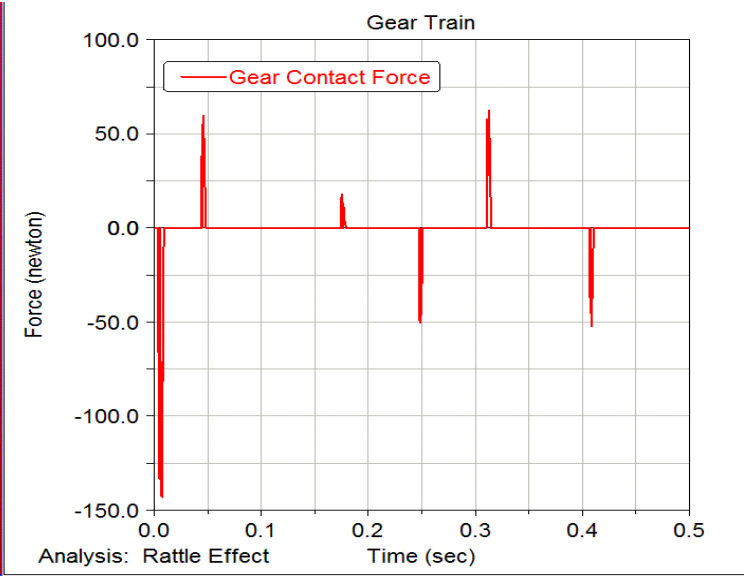
Постановка задачи: Исследовать систему на предмет возникновения дребезга шестерён от передачи расчётной нагрузки





Дребезг зубчатой передачи



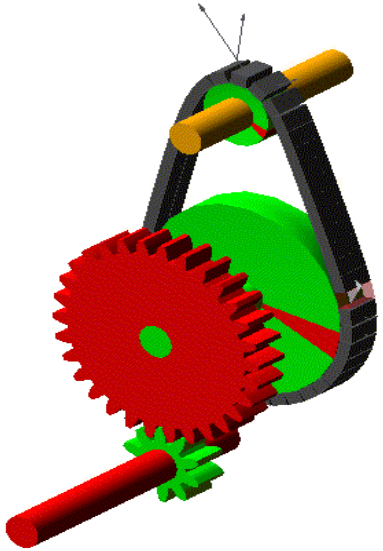


(Расчёт: 0.5 сек, 300 шагов, время расчёта = 20 мин)

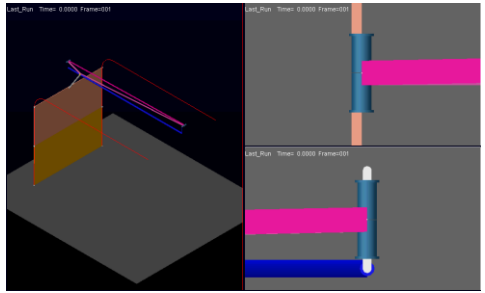
- ✓ **Исследование двустороннего контакта**
- ✓ **Построенная модель позволяет выявить параметры существенно влияющие на поведение системы**
- ✓ **Следующим шагом будет проведение виртуальных экспериментов на полученной модели для устранения обнаруженного эффекта**

Заключение

Adams/Machinery:



- ✓ Увеличивает точность моделирования и снижает возможность возникновения ошибок, что напрямую влияет на скорость выхода изделия на рынок
- ✓ Предоставляет возможности для решения сложных инженерных задач для более широкого круга специалистов и в разумные сроки
- ✓ Позволяет проводить больше исследований типа «а что если…», для оптимизации и дальнейшего выпуска качественного и конкурентоспособного изделия
- ✓ Существенно снижает временные и финансовые затраты на создание конечного продукта и на его испытания



MSC Software

Спасибо за внимание

MSC Software®
Simulating Reality, Delivering Certainty™

+7 495 363 06 83
marketing.russia@mscsoftware.com
Москва, ул. Зоологическая, 26, стр. 2
www.mscsoftware.ru www.mscsoftware.com