

МЕТОДИКА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИЗА КИНЕМАТИКИ ДЛЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ САМОЛЁТА

© 2020 Д. А. Токарев, К. А. Разинкин

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье представлена исследовательская работа по применению алгоритма построения анализа кинематики для сборочной единицы самолёта при применении топологической оптимизации с целью создания бионического дизайна самолётных изделий в рамках жизненного цикла изделия.

Ключевые слова: Бионический дизайн, топологическая оптимизация, кинетический анализ.

Бионический дизайн – новый способ проектирования, при котором для снижения веса и увеличения прочности применяется топологическая оптимизация на этапе проектирования и аддитивные технологии на этапе изготовления.

Внешне данные изделия отличаются от тех, которые изготовлены традиционным способом, и имеют ярко выраженные черты в дизайне, присущие, например, растениям. И имеют множество сложных, структурных, нестандартных элементов, изготовить которые при помощи традиционного метода в производстве невозможно.

Топологическая оптимизация – это процесс изменения конструкции, структуры де-

тали и ее варьирующихся параметров при заданном критерии оптимальности с сохранением или улучшением ее функционала.

Анализ кинематики в NX представляет собой интегрированное CAE приложение для создания и анализа сложных механических систем (механизмов). Для этих механизмов вы можете получить результаты расчетов движений, сил, моментов, пересечения объектов и сохранить трассировку, то есть объёмную траекторию движения тела в пространстве при работе механизма. Для проведения кинетического анализа создаём файлы симуляции (*.sim), выбираем тип анализа «Кинематика». Далее необходимо создать звенья для анализа. Добавляем туда твёрдые тела, участвующие в анализе (рис. 1).

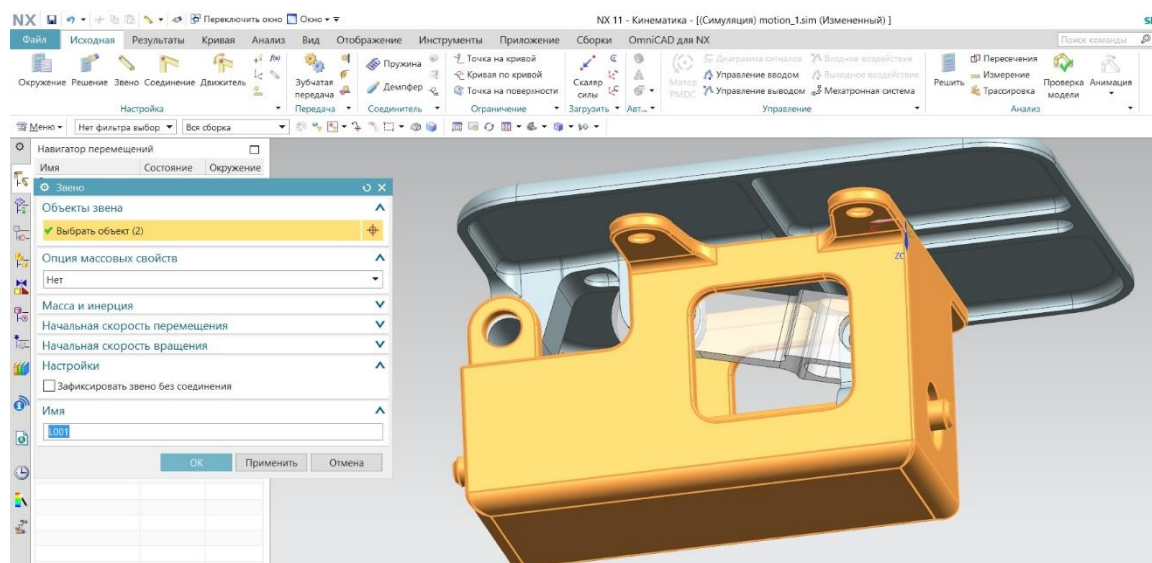


Рисунок 1. Звенья для анализа

Одно звено необходимо будет зафиксировать для корректной анимации, а именно

для того, чтобы во время анализа базовое звено было неподвижно (рис. 2).

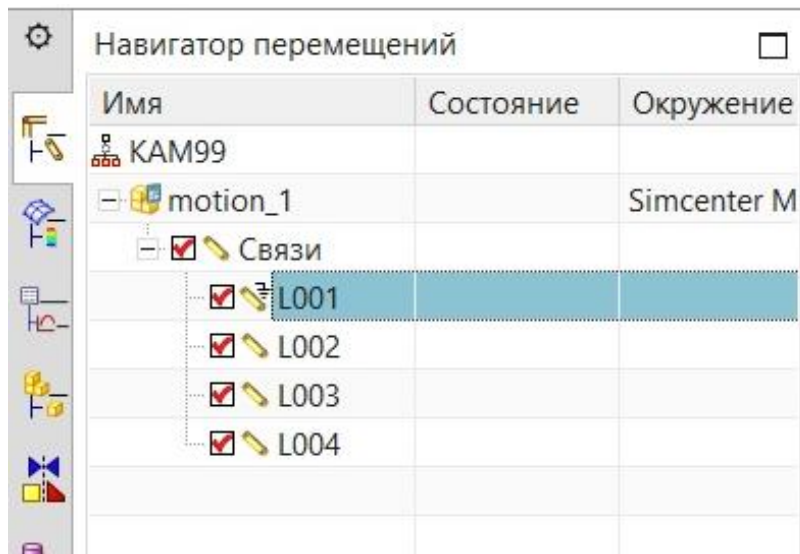


Рисунок 2. Базовое звено

После создания звеньев анимации необходимо установить соединение между звеньями. Тип соединения «Узел вращения». Изначально выбираем ребро базовой электронной модели, после выбираем ребра другого звена. Вектора и точки базы должны совпадать по

направлению узла, иначе анализ будет проведён не корректно (рис. 3).

После данной операции узлы креплений будут отображены в Навигаторе перемещений (рис. 4).

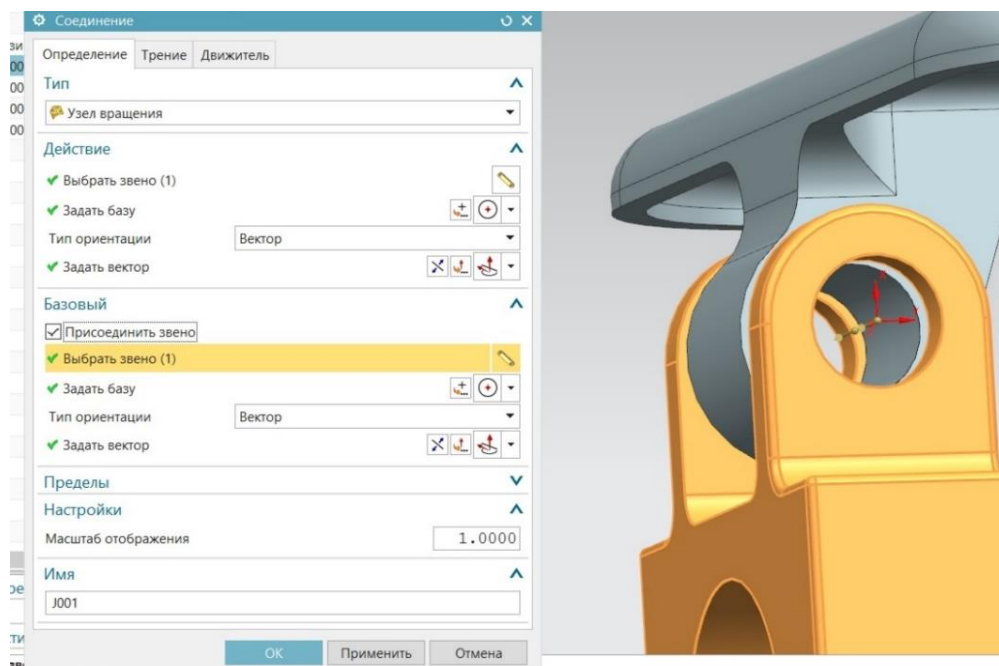


Рисунок 3. Соединение звеньев

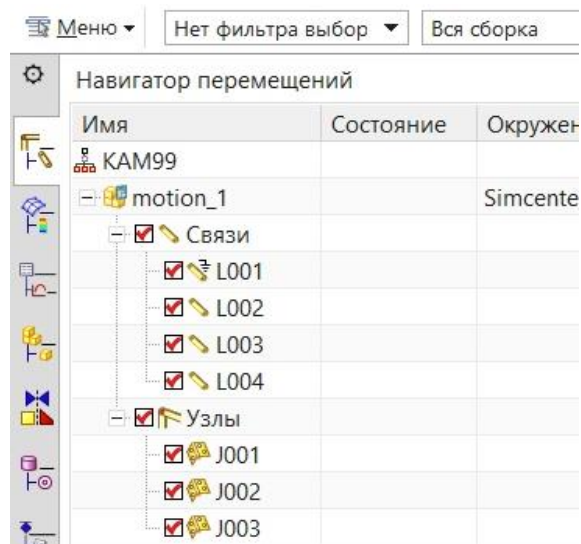


Рисунок 4. Навигатор перемещений

Для функционирования анимации необходимо задать один движитель в нашей системе. Так как все узлы между собой связаны, то движимым будет один узел, который будет задействовать в движение другие узлы.

Для каждого движителя необходим свой соединительный узел, для этого мы создадим ещё одно звено передвижение «Ползунок». Изначально выбираем ребро базовой

электронной модели, после выбираем ребра другого звена. Вектора и точки базы должны совпадать по направлению узла, иначе анализ будет проведён не корректно (рис. 5).

После этого задаём данному узлу гармоническое движение. Амплитуду 30 мм, частоту 1.2 degrees/sec, фазовый угол 0 градусов, начальное перемещение 0 мм (рис. 6).

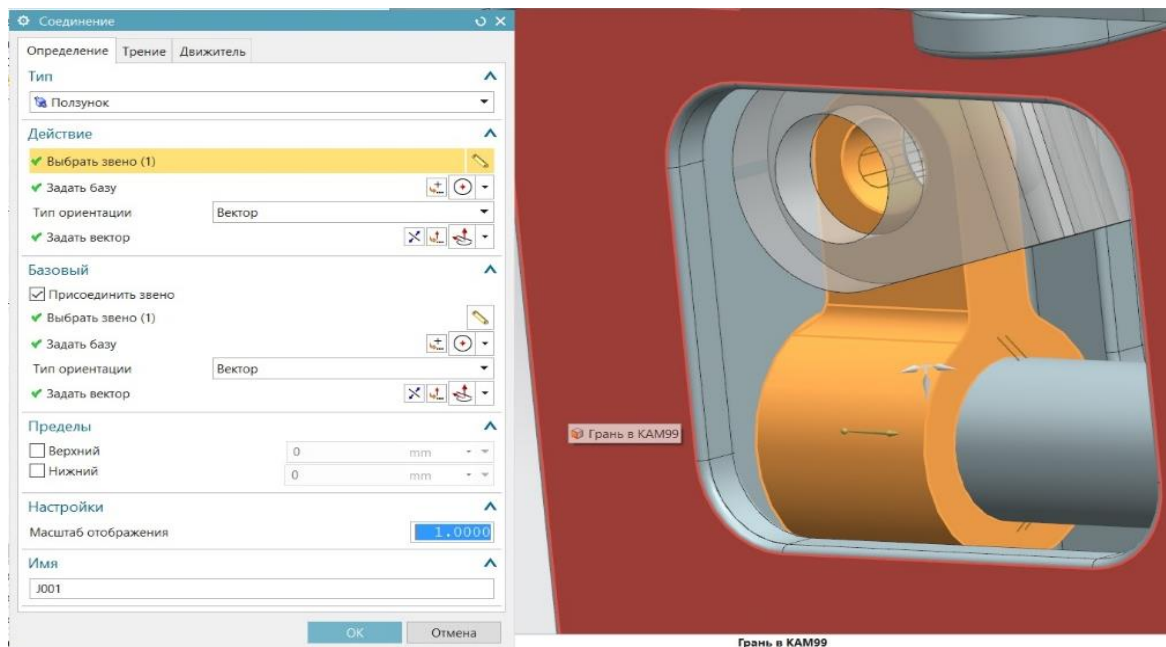


Рисунок 5. Соединение «ползун»

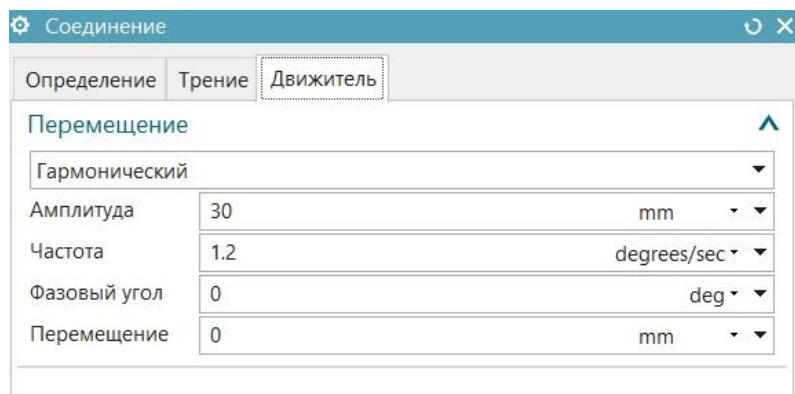


Рисунок 6. Гармоническое движение соединения «ползун»

Если скрыть все твёрдые тела, то можно будет увидеть все узлы соединения, они пронумерованы (рис. 7).

Далее, создаём решение для нашей анимации. Время выполнения 150 сек и шаги 500 (рис. 8).

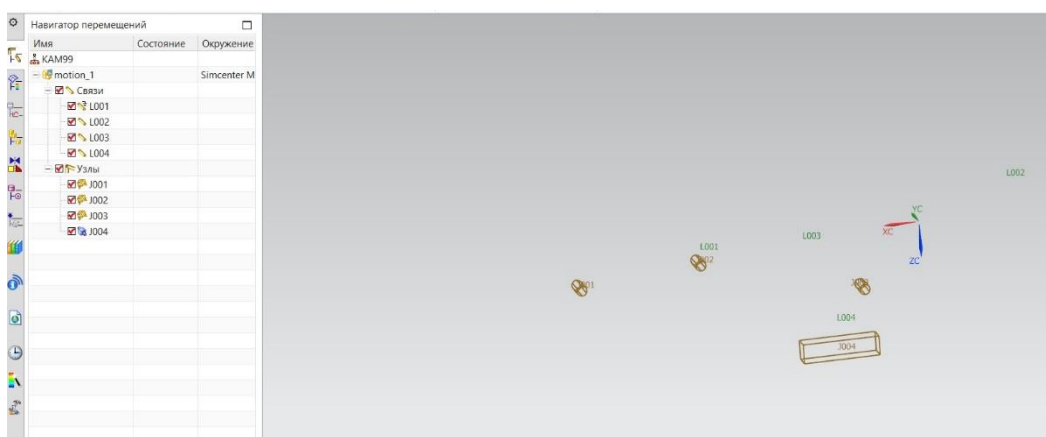


Рисунок 7. Все соединения на электронной, сборочной модели

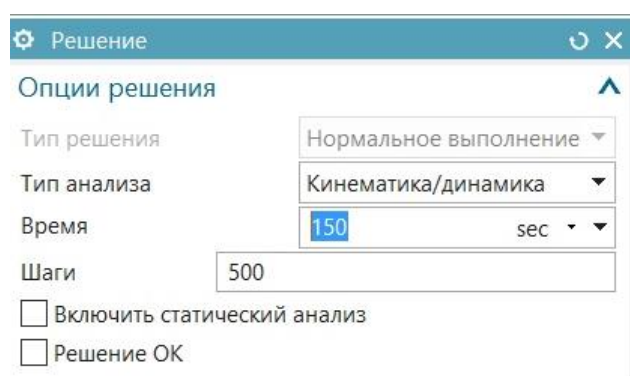


Рисунок 8. Меню решения

Если все было выполнено верно, то появится окно информации, где отображён ход выполнения операции (рис. 9).

После выполнения можно запустить процесс анимации (рис. 10).

Ход выполнения:	Процент	Путь (мм)	Из 150.00	Скорость (шаги/с)
Ход выполнения:	34%	51.61s	из 150.00	скорость: 3.222e+002
Ход выполнения:	35%	51.96s	из 150.00	скорость: 5.833e+002
Ход выполнения:	35%	52.25s	из 150.00	скорость: 4.833e+002
Ход выполнения:	35%	52.54s	из 150.00	скорость: 4.833e+002
Ход выполнения:	35%	52.83s	из 150.00	скорость: 3.222e+002
Ход выполнения:	35%	53.12s	из 150.00	скорость: 4.833e+002
Ход выполнения:	37%	56.05s	из 150.00	скорость: 5.426e+002
Ход выполнения:	39%	58.69s	из 150.00	скорость: 5.500e+002
Ход выполнения:	41%	61.33s	из 150.00	скорость: 5.867e+002
Ход выполнения:	43%	63.97s	из 150.00	скорость: 5.867e+002
Ход выполнения:	44%	66.70s	из 150.00	скорость: 5.500e+002
Ход выполнения:	46%	69.43s	из 150.00	скорость: 7.583e+002
Ход выполнения:	48%	72.16s	из 150.00	скорость: 7.583e+002
Ход выполнения:	50%	74.89s	из 150.00	скорость: 9.100e+002
Ход выполнения:	52%	77.62s	из 150.00	скорость: 9.100e+002
Ход выполнения:	54%	80.35s	из 150.00	скорость: 7.583e+002
Ход выполнения:	55%	83.08s	из 150.00	скорость: 8.273e+002
Ход выполнения:	57%	85.81s	из 150.00	скорость: 6.500e+002
Ход выполнения:	59%	88.54s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	61%	91.27s	из 150.00	скорость: 5.688e+002
Ход выполнения:	63%	94.00s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	64%	96.73s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	66%	99.46s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	68%	102.19s	из 150.00	скорость: 5.688e+002
Ход выполнения:	70%	104.92s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	72%	107.65s	из 150.00	скорость: 5.687e+002
Ход выполнения:	74%	110.38s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	75%	113.11s	из 150.00	скорость: 5.688e+002
Ход выполнения:	77%	115.84s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	79%	118.57s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	81%	121.30s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	83%	124.03s	из 150.00	скорость: 6.067e+002
Ход выполнения:	85%	126.76s	из 150.00	скорость: 5.688e+002
Ход выполнения:	86%	129.49s	из 150.00	скорость: 4.981e+002
Ход выполнения:	88%	132.09s	из 150.00	скорость: 4.190e+002
Ход выполнения:	90%	134.73s	из 150.00	скорость: 1.956e+002
Ход выполнения:	92%	137.38s	из 150.00	скорость: 1.767e+002
Ход выполнения:	93%	140.02s	из 150.00	скорость: 2.514e+002
Ход выполнения:	95%	142.66s	из 150.00	скорость: 2.750e+002
Ход выполнения:	97%	145.30s	из 150.00	скорость: 3.259e+002
Ход выполнения:	99%	147.94s	из 150.00	скорость: 2.839e+002
Ход выполнения:	100%	150.00s	из 150.00	скорость: 2.020e+002

Рисунок 9. Информационное окно, процесс решения анимации

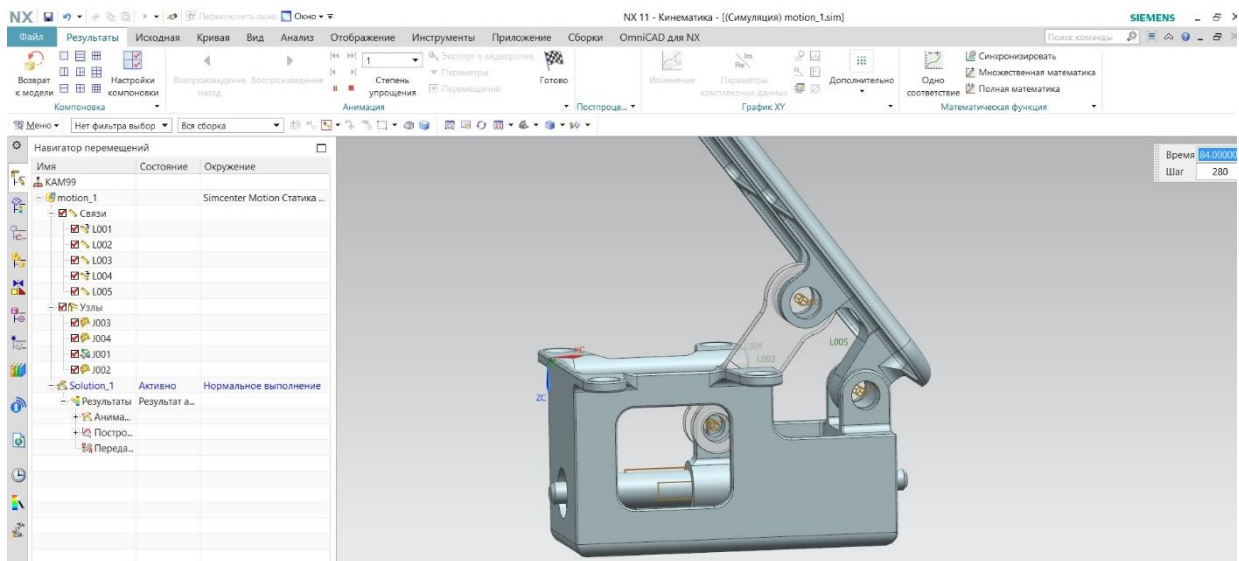


Рисунок 10. Результат

С фасетным телом нет возможности проделать анализ кинематики, поэтому нужно воспользоваться нестандартным методом. Для этого необходимо добавить в соединительные звенья фасетные тела, но так,

чтобы те соответствовали своим родительским твёрдым телам (рис. 11).

После выполнения данной процедуры необходимо активировать операцию «решить» и обновить наше решение (рис. 12).

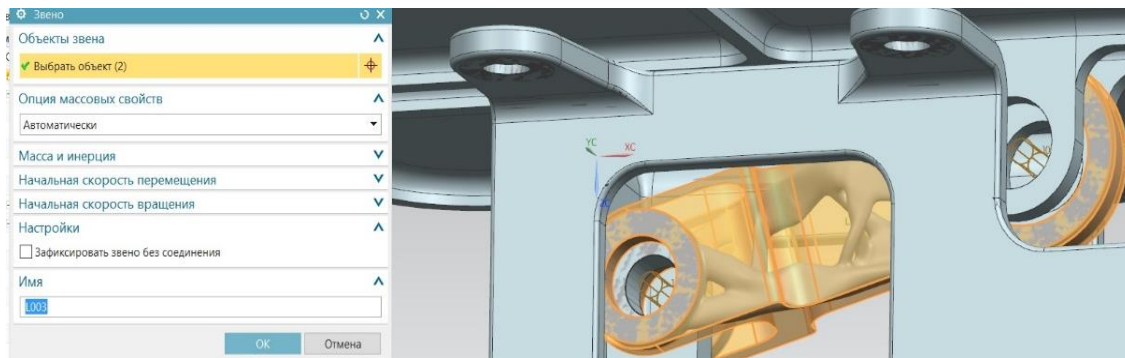


Рисунок 11. Фасетные тела в соединительных звеньях

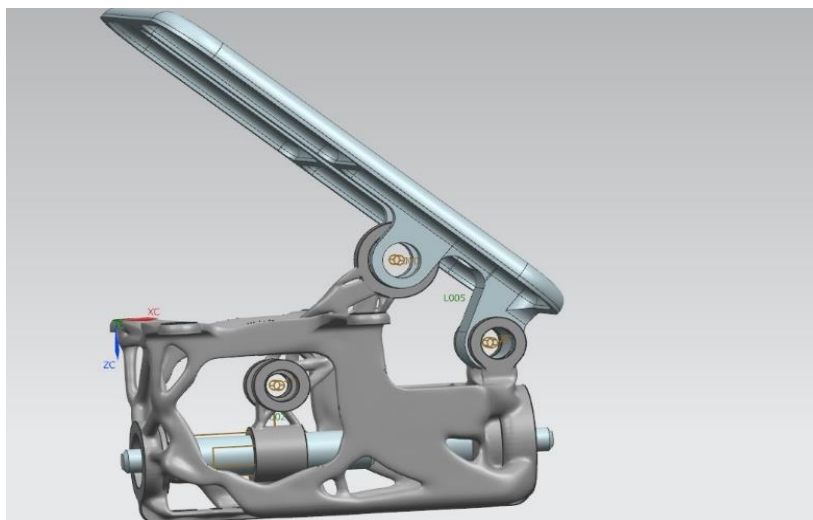


Рисунок 12. Результат

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сопровождение технических руководств на протяжении жизненного цикла изделия [электронный ресурс]. – URL: <http://www.cortona3d.com/ru/rapidmanual> – Загл. с экрана
- 2 Википедия [электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ИТ> – Загл. с экрана
- 3 Сергеев, Е.В. Кипчарская, Д.К. Подымало. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 246 с.

4 Справочная документация по системе NX Модуль «Кинематика».

5 Токарев Д. А. Статья: Методика топологической оптимизации изделий авиационной промышленности с применением аддитивных технологий / Д. А. Токарев: Юго-Западный государственный университет, -4 с.

6 Справочная документация по системе NX Модуль «Расширенная симуляция».

METHOD OF TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF AVIATION INDUSTRY PRODUCTS: AN ALGORITHM FOR CONSTRUCTING A KINEMATIC ANALYSIS OF AN AIRCRAFT ASSEMBLY

© 2020 D. A. Tokarev, K. A. Razinkin

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

Abstract: the article presents a research paper on the application of an algorithm for constructing a kinematics analysis for an aircraft assembly unit when applying topological optimization to create a bionic design of aircraft products within the product life cycle.

Keywords: Bionic design, topological optimization, kinetic analysis.