

МЕТОДИКА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОДНОГО ИЗДЕЛИЯ

© 2020 Д. А. Токарев К. А. Разинкин

Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)

Аннотация: в статье представлена исследовательская работа по применению топологической оптимизации с целью создания бионического дизайна самолетных изделий в рамках жизненного цикла изделия.

Ключевые слова: Бионический дизайн, топологическая оптимизация, аддитивные технологии.

Бионический дизайн – новый способ проектирования, при котором для снижения веса и увеличении 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.¹

Топологическая оптимизация – это процесс изменения конструкции, структуры детали и ее варьирующихся параметров при заданном критерии оптимальности с сохранением или улучшением ее функционала.

В системе NX версии 11.0 для проведения топологической оптимизации требуется плагин Topology Opt. Данный плагин добавляет модуль Topology Opt, в котором и проводится оптимизация. Первым делом, для проведения оптимизации необходимо задать область проектирования Select Design Space. Эту область я поделил пополам. На рисунке 1 она представлена розовым цветом. Далее воспользуемся функцией Add Symmetry Plane для создания фиксированной координатной плоскости симметрии и добавим ее к той грани, от которой область проектирования во время оптимизации симметрично копируется. После этого при помощи функции Assign Material задаем материал, указывая область проектирования.

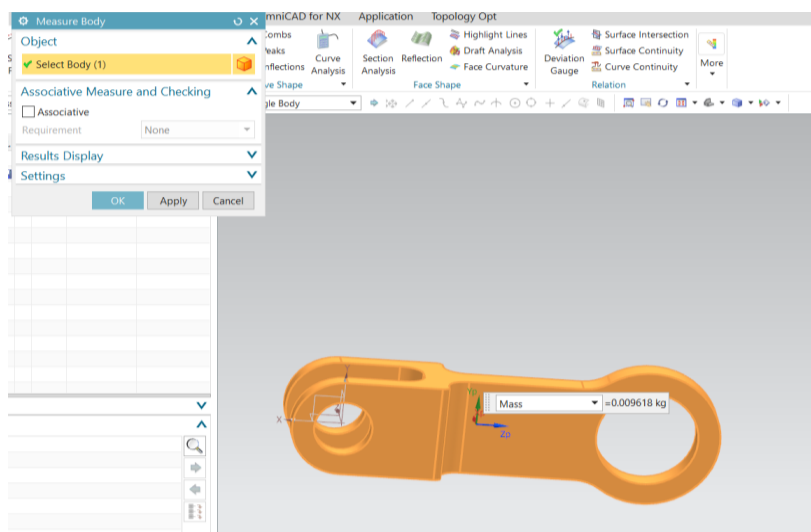


Рисунок 1. Первая электронная модели

¹ Токарев Дмитрий Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, 766tok@gmail.com.

Разинкин Константин Александрович – Воронежский институт высоких технологий, доктор техн. наук., доцент, профессор ВИВТ.

Для топологической оптимизации необходимо задать ограничения (сквозные отверстия в нашем кронштейне). Для этого заполним отверстия независимым твердым телом, по размерам, которые соответствуют сквозным отверстиям, и добавим их также в область проектирования (Select Desing Space). После этого необходимо указать в Manager Optimization Features типы ограничений и толщину смещения. Далее, при помощи Manage Load Cases необходимо задать нагрузку на конструкцию. При помощи Setup Optimization проведем первый этап топологической оптимизации. Для облегчения нашего изделия необходимо добавить новые ограничения.

Для проведения процесса оптимизации возьмем электронную модель самолета из узла штурвала самолета, массой 0.009618 кг. Изготовленную из алюминия Д16Т (рис. 1).

В системе NX версии 11.0 для проведения топологической оптимизации требуется плагин Topology Opt. Данный плагин добавляет модуль Topology Opt, в котором и проводится оптимизация. Первым делом, для проведения оптимизации необходимо задать область проектирования Select Desing Space. На рисунке 2 она представлена розовым цветом.

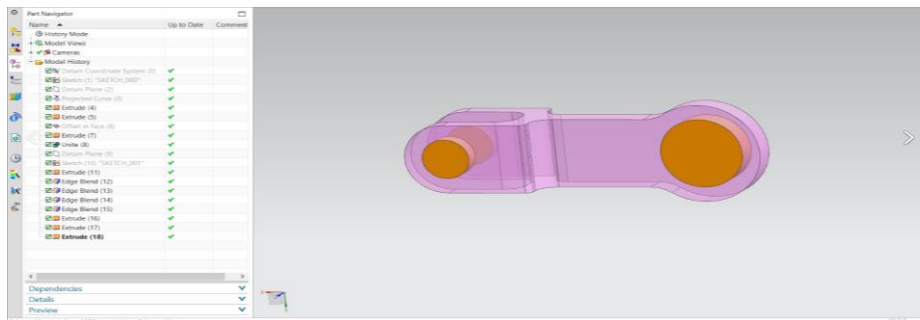


Рисунок 3. Select Desing Space

После этого при помощи функции Assign Material задаем материал, указывая область проектирования. Задаем Aluminum_2014 с плотность 2700 кг на метр.

Для топологической оптимизации необходимо задать ограничения (сквозные отверстия в нашем изделии). Для этого заполним

отверстия независимым твердым телом, по размерам, которые соответствуют сквозным отверстиям, и добавим их также в область проектирования (Select Desing Space). После этого необходимо указать в Manager Optimization Features типы ограничений и толщину смещения (рис. 3-4).

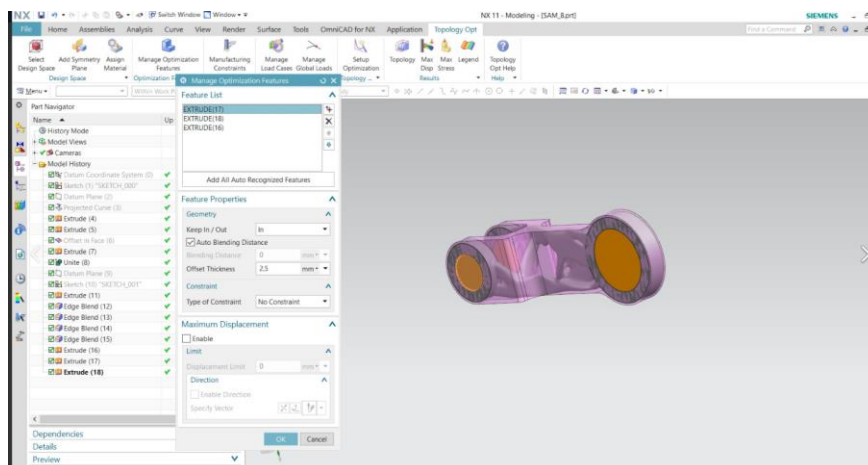


Рисунок 3. Manager Optimization Features

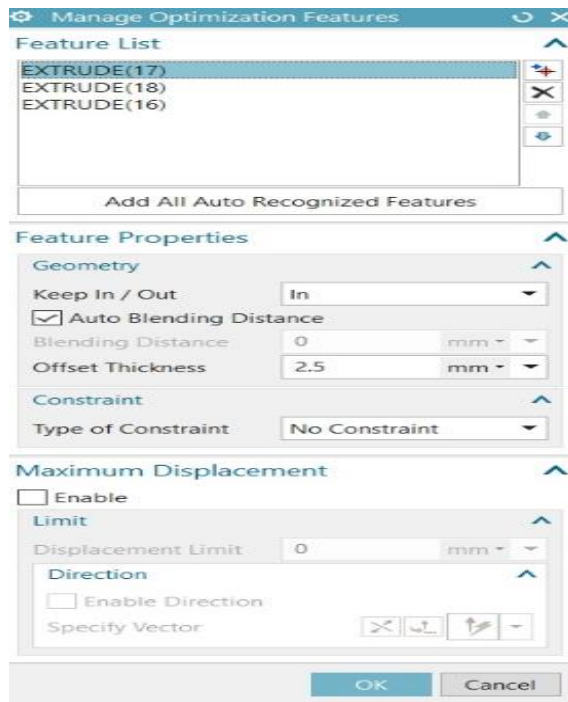


Рисунок 4. Manager Optimization Features

Далее, при помощи Manage Load Cases необходимо задать нагрузку на конструкцию.

При помощи Setup Optimization проведем топологическую оптимизацию. Масса

изделия = 0.0045 кг. А приблизительное время выполнения = 8316 секунд (рис. 5).

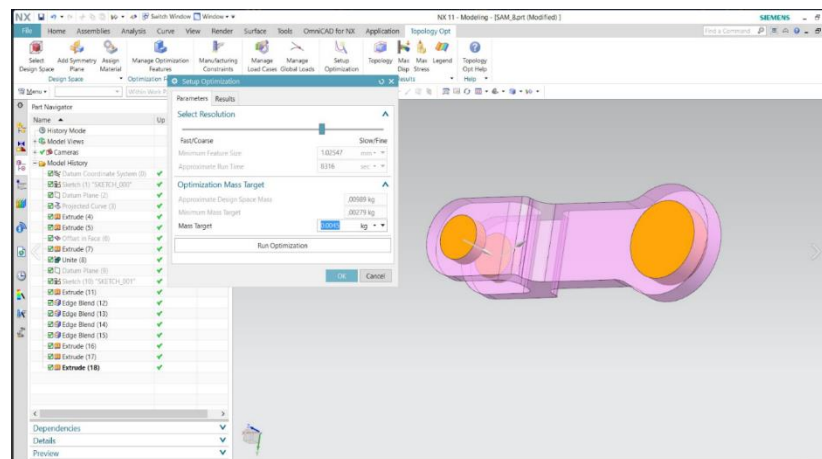


Рисунок 5. Setup Optimization

Для облегчения нашего изделия необходимо добавить новые ограничения. Полученное фасетное тело легче (масса изделия = 0.0045 кг), чем твердое тело (массой 0.009618 кг) электронной модели, изготовленная традиционным способом (рис. 6).

Данная электронная модель, полученная посредством топологической оптимизации, не является твердым телом в САПР.

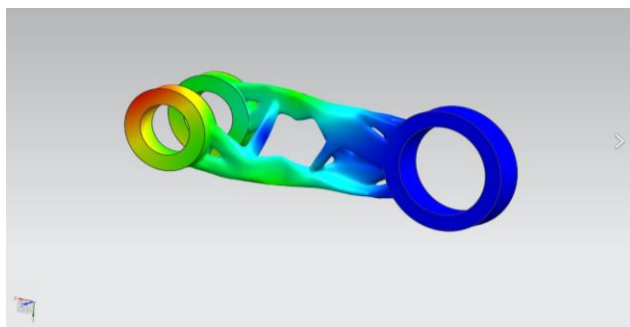


Рисунок 6. Результат

В связи с постоянными изменениями конструкторской документации потенциал новых технологий может послужить в грамотной корректировке старых изделий. Данная технология позволит изготовить конструкцию легче, чем аналоги, изготовленные традиционным способом. В дальнейшем спрос на аддитивные технологии будет расти, и данная методика позволит изготовить конструкторские изделия при помощи аддитивных технологий.

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/3D> – Загл. с экрана
- 3 Сергеев Е. В. Подымало / Е. В. Сергеев, Д. К. Кипчарская. – Ульяновск: УЛГТУ, 2010. – 246 с.
- 4 Справочная документация по системе NX Модуль «Моделирование».

METHOD OF TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF AVIATION INDUSTRY PRODUCTS WITH THE APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR A SINGLE PRODUCT

© 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 topological optimization in order to create a bionic design of aircraft products within the product life cycle.

Keywords: Bionic design, topological optimization, additive technologies.