

МЕТОДИКА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

© 2021 Д. А. Токарев, К. А. Разинкин

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье представлена исследовательская работа по применению аддитивных технологий на предприятии для прототипирования самолетных изделий в авиационной промышленности.

Ключевые слова: аддитивные технологии, самолетные изделия, авиационная промышленность.

В наш информационный век сложно представить общество без различных информационных технологий и систем, которое за короткий срок затронуло весь спектр деятельности и культуры человека. Информационные технологии используются повсеместно в медицине, машиностроении, сельском хозяйстве и т. д.... Эксплуатационные характеристики проектируемых изделий должны быть не хуже аналогичных промышленных изделий мировых производителей, дабы обеспечить конкурентоспособность на рынке. Проектирование конструкции под заданные целевые показатели является важнейшей проблемой. Методы оптимизации силовых конструкций играют важнейшую роль при проведении проектировочных исследований авиационных конструкций. При оптимизации в качестве проектных переменных выступают геометрические параметры, поперечные размеры силовых элементов, и параметры, определяющие топологию силовой конструкции. Данная работа направлена на разработку методики топологической оптимизации изделий авиационной промышленности с применением аддитивных технологий.

Технология печати методом послойного наплавления (FDM) получила широкое распространение среди индивидуальных пользователей и небольших компаний благодаря широким возможностям, относительной простоте и хорошей ценовой доступности. Популярность этого метода заслуживает более подробного описания процесса и используемых принтеров. В этом разделе мы рассмотрим нюансы конструкции принтеров и применение технологий на практике.

В конструкции FDM 3D-принтера важны многие элементы, не всегда очевидные неискушенному человеку. Так, имеет значение материал корпуса в том случае, если он несет нагрузку. Многие FDM принтеры выпускаются с деревянными корпусами – такое решение кажется дешевым и неказистым, но на самом деле помогает поглощать вибрации при печати, что положительно сказывается на качестве изготавливаемых моделей. С другой стороны, стальная или алюминиевая рама обеспечивает долговечность и ударостойкость устройства.

Как и все методы 3D-печати, FDM относится к технологиям аддитивного производства. Термин «аддитивный» является англицизмом от слова «additive», означающим «добавка» или «за счет добавления». Термин предназначен для обособления технологий производства сложных трехмерных изделий, отличающихся от привычных «субтрактивных» («subtractive») - «за счет отделения») методов – фрезеровки, сверления, шлифовки и пр.

FDM можно считать одним из наиболее технологически простых методов 3D-печати. В основе процесса лежит последовательное наложение тонкой нити расплавленного пластика вплоть до создания цельного трехмерного объекта. В качестве расходного материала используется пластиковая нить, намотанная на катушку. Изредка используются отдельные прутки пластика. Стандартный диаметр нити составляет 1,75мм или 3мм.

Процесс печати состоит из ряда этапов.

1. Создания или импорта цифровой трехмерной модели.

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

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

2. Обработки цифровой модели для печати с добавлением поддерживающих структур.

3. Расположения и ориентировки цифровой модели на рабочем столе.

4. Слайсинга – нарезки цифровой модели на отдельные слои с преобразованием данных в инструкции для работы принтера, называемые G-кодом.

5. Непосредственно печати.

6. При необходимости, физической или химической обработки готовой модели.

Причиной возникновения аддитивных технологий на предприятии послужил проект по изготовлению первого летного образца самолета. Ранее серийному заводу никогда не приходилось заниматься изготовлением первого летного образца самолета.

В ходе работ появилась необходимость в быстрой реализации базовой функциональности с целью проведения анализа работы и системы в целом. Проверку и анализ связи

узлов на самолете можно провести при помощи прототипирования электронных моделей на самой машине.

Для реализации поставленных целей был приобретен 3d принтер PRISM SPECIAL DUAL фирмы 3dQuality. Изготовлен он на технологии FDM профессионального уровня, выполнен по схеме «дельта-робот», диаметр области печати составляет 400 мм, а максимальная высота 1200 мм. Кроме того, помимо прототипирования, на предприятии были полезны и макеты различных сборочных единиц.

Для отдела клепально-сборочных работ был необходим макет центроплана для самолета, причиной тому послужили проблемы, возникшие при работе с электронной моделью. Электронная модель данной сборочной единицы была достаточно большой и детализированной для трансляции на персональном компьютере рядового инженера-технолога (рис. 1).



Рисунок 1. Часть центроплана самолета

Во время работы по реализации данных проектов, мы берем детали электронных моделей из PLM системы Teamcenter или же моделируем цифровую твердотельную 3d мо-

дель при помощи системы автоматизированного проектирования (САМ) по средствам программного продукта NX Unigraphics. При необходимости в данной системе с электрон-

ной моделью будут проведены анализы с учетом различных показателей (Масса, объем и прочее).

Далее импортируем в формат STL с целью получения фасетного тела, а иногда адаптируем электронную твердотельную модель NX Unigraphics до импорта в иной формат.

После проделанной операции интегрируем данный файл в программный продукт Cura для проведения анализа печати, редактирования настроек и дальнейшей интерпретации в G-code.

Прототипирование не всегда позволяет в короткие сроки анализировать базовую функциональность системы, при анализе люка самолета пришлось прибегнуть к цифровому инженерному анализу системы

(CAE). При помощи анимации кинетического анализа удалось избежать печати сборочной единицы и проанализировать работу внутренних комплектующих.

В дальнейшем необходимо устранить проблему с адаптацией и интеграцией 3D моделей, анализировать причины погрешности при печати. При печати электронных моделей различных

Сборочных агрегатов необходимо грамотно проанализировать толщину стенки, так как для печати макетов изделий при изменении их масштаба толщина стенки может не соответствовать толщине печати сопла, а программное обеспечение Cura при анализе не всегда дает верный результат (рис. 2).



Рисунок 2. 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/IT> – Загл. с экрана

3 Сергеев Е. В. Подымало / Е. В. Сергеев, Д.К Кипчарская. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 246 с.

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

5 Справочная документация по системе NX Модуль «Моделирование».

METHODS OF TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF AIRCRAFT INDUSTRY PRODUCTS: APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES AT THE ENTERPRISE

© 2021 D. A. Tokarev, K. A. Razinkin

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

Abstract: the article presents a research paper on the use of additive technologies in the enterprise for prototyping aircraft products in the aviation industry.

Keywords: additive technologies, aircraft products, aviation industry.