

УДК 744.4

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
3D ПЕЧАТИ ПРИ ТВЕРДОТЕЛЬНОМ  
МОДЕЛИРОВАНИИ  
И ТЕСТИРОВАНИИ КРЫЛА  
САМОЛЕТА**

*Гончарова Т. В., Филиппова А. А.*

Донской государственной технической  
университет, Ростов-на-Дону, Российская  
федерация

[ya\\_germes@mail.ru](mailto:ya_germes@mail.ru)[filippova.anastasia97@gmail.com](mailto:filippova.anastasia97@gmail.com)

В статье уделяется внимание изучению свойств 3D печати при создании модели части крыла самолета в специальной программе. Проводится дальнейшее тестирование с целью улучшения свойств и параметров создаваемого твердотельного объекта. Установлены оптимальные значения вводимых технологических координат для получения лучшего результата. Аргументируется значимость проблемы использования 3D печати при моделировании объектов, актуальность дальнейшего исследования и последующего использования 3D материалов с улучшенными свойствами и параметрами в строительстве и технике.

**Ключевые слова:** 3D печать, 3D принтер, моделирование, твердотельный объект, крыло самолета, точечный график, трафарет модели, аэродинамическая труба.

**Введение.** Одна из широко обсуждаемых тем 21-го века — 3D печать и ее применение в различных сферах. Одной из таких сфер является моделирование и тестирование части крыла самолета.

Различные учебные заведения в некоторых странах уже имеют достаточно современное оборудование, чтобы позволить такой вид тестирования.

Для начала нужно разобраться, что же такое 3D печать. Вкратце, это построение реального объекта по созданному на компьютере образцу 3D модели. Чтобы получить что-либо при использовании такого вида печати, нужен 3D принтер, необходимые материалы, такие как специальные картриджи, и, конечно же, воображение [1–6]. С помощью таких инструментов люди уже научились печатать различные объекты: запчасти для 3D принтера, искусственные домики для рыб — кораллы, продукты питания, а также некоторые части тела. И каждый объект, по своему, уникален, и каждому можно посвятить отдельное время для обсуждения.

UDC 744.4

**USE OF 3D PRINTING AT SOLID-STATE  
MODELLING AND AIRCRAFT PLANE  
TESTING**

*Goncharova T.V., Filippova A.A.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[ya\\_germes@mail.ru](mailto:ya_germes@mail.ru)[filippova.anastasia97@gmail.com](mailto:filippova.anastasia97@gmail.com)

The article considers 3D printing properties in the creation of an aircraft plane model in a special program and further testing to improve properties and parameters of the created solid-state object. Optimum values of the entered technological coordinates for obtaining the best result are established. The paper justifies the importance of the problem of 3D printing use when modeling objects and the relevance of further research and the subsequent use of 3D materials with the improved properties and parameters in construction and equipment.

**Keywords:** 3D printing, 3D printer, modeling, solid-state object, aircraft plane, point chart, model cliché, wind tunnel.

Ещё в 1984 году Чарльз Хулл впервые разработал технологию под названием «стереолитография», которая сейчас нам известна как «3D печать». Несколько лет спустя он получил патент. Не останавливаясь на своих достижениях, он основал компанию «3D Systems» и создал «аппарат для стереолитографии». Уже в 1988 году была выпущена усовершенствованная модель «SLA-250», принцип которой применяется и по сей день.

**Постановка и аналитическое решение задачи.** Одним из наиболее интересных для изучения проектов в этой области стал проект по моделированию части крыла самолета, используя 3D принтер. Огромным плюсом такой методики тестирования является то, что можно спрогнозировать сможет ли самолет вообще взлететь или нет [7]. Конечно же, это не стопроцентная проверка и инженеры затем проводят большое количество тестов на достоверность прогнозов и на прочность при разработке функционального объекта.

Проект моделирования части крыла самолета, который был выполнен во время исследования, состоял из нескольких этапов. Первым этапом являлось создание самой модели в специальной программе «FoilSim» (рис. 1). Благодаря этой программе можно увидеть, как поток воздуха будет обтекать крыло. Программа достаточно понятная в использовании, поэтому было очень легко подправить координаты для получения лучшего результата [8].

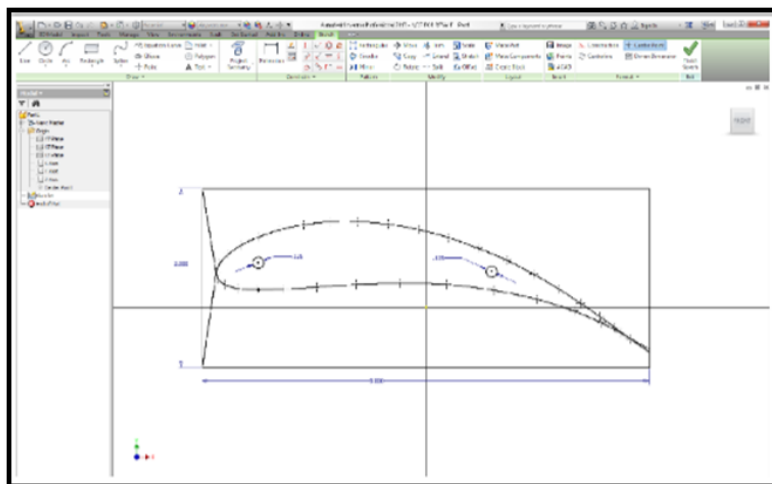


Рис. 1. Введение координат в программе «FoilSim»

Второй этап заключался в использовании координат, которые были получены на предыдущем этапе для наглядного изображения будущей модели. После введения данных в программу «Excel» был построен точечный график, который помог удостовериться в симметричности крыла в разрезе (рис. 2).

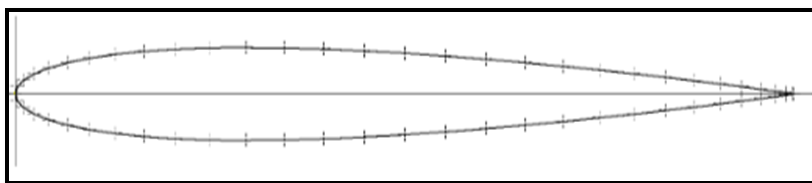


Рис. 2. Точечный график

Третий этап состоял из нескольких частей. Для еще более точной наглядности сначала создается модель из пенопласта. Для этого, используя все ранее полученные данные, был создан трафарет модели в программе «Autodesk Inventor». Для крепления трафаретов к пенопласту нужно было сделать по два отверстия с каждой стороны: одно ближе к передней части крыла, а второе — ближе к задней. После распечатывания трафарета его приклеили на алюминиевый лист для

прочности. Затем вырезали трафарет по заданным линиям, а отверстия пробили гвоздями. Далее готовые трафареты прикрепили теми же гвоздями к пенопласту. С помощью специальной машины для резки пенопласта с горячей металлической струной смогли получить готовую модель части крыла самолета (рис. 3).

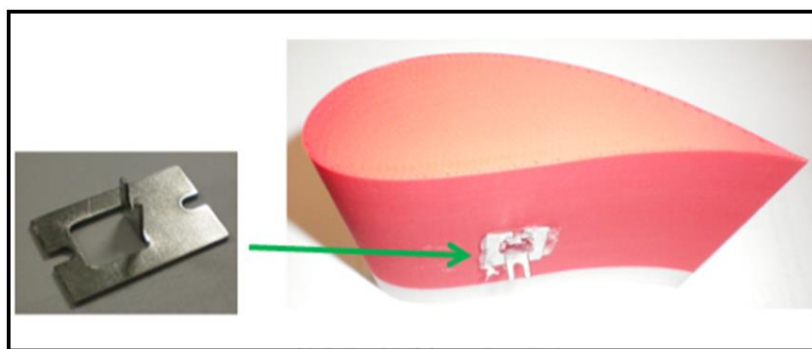


Рис. 3. Модель части крыла самолета

Вторая часть третьего этапа состояла из тестирования полученной модели в аэродинамической трубе. Для того, чтобы закрепить крыло из пенопласта в установке, нужно было приклеить металлический монтажный выступ. Так как деталь была размером, примерно, с ладонь, не нужна была слишком большая установка.

Заключительный этап проекта состоял из печати изделия и тестирования уже 3D модели в аэродинамической трубе. Было очень интересно наблюдать за процессом печати, так как принтер сделал самую сложную работу. Сам процесс занял не более, чем два с половиной часа и уже к следующему занятию можно было увидеть детали.

В общем можно сказать, что авторам очень повезло, что существует такая технология, которая продолжает развиваться с каждым годом. Иметь возможность напечатать все, что может придумать воображение, это очень удобно. Несмотря на неограниченность возможностей при печати, сам процесс не занимает большое количество времени и является достаточно практичным. Данная технология находится на стадии совершенствования, поэтому существуют проблемы с печатью очень маленьких деталей. Принцип печати состоит в наслаивании слоя за слоем, поэтому если вдруг случится какой-то сбой в программе, то деталь будет испорчена.

**Заключение.** Можно выделить несколько положительных факторов использования 3D печати в учебной программе. Одним из плюсов является то, что студенты получают наглядное представление о том, как на самом деле должен выглядеть тот или иной объект, а также проверить его функциональность. Сам процесс увлекает студентов в работу, и этапы выполнения заданий способствуют развитию пространственного воображения и навыков решения проблем при конструировании. Единственный отрицательный фактор — стоимость.

К положительным факторам можно также отнести удобство, скорость, неограниченность. Из отрицательных факторов можно выделить погрешности (неточности) и сложную работу с мелкими деталями.

На самом деле применение и популярность 3D печати продолжает нарастать и уже через несколько десятилетий каждое учебное заведение сможет ввести такой вид тестирования различных деталей.

#### Библиографический список

1. 3D печать — плюсы и минусы различных технологий, и реализация на конкретных примерах / 3Dmaker. — Режим доступа : <http://www.interface.ru/home.asp?artId=36742> / (дата обращения: 7.02.2019).



2. Классификация 3D принтеров (7 технологий 3D печати) / Habr. — Режим доступа : <http://habr.com/ru/post/208906/> (дата обращения : 07.02.2019).
3. 6 challenges 3D printing has yet to overcome / IT business. — Режим доступа : <http://www.itbusiness.ca/blog/6-challenges-3d-printing-has-yet-to-overcome/> /51152/ (дата обращения : 07.02.2019).
4. Что такое 3D печать и 3D принтер / Make 3D. — Режим доступа: <http://make-3d.ru/articles/chto-takoe-3d-pechat/> (дата обращения : 07.02.2019).
5. История появления и развития 3D печати / Центр 3D технологий 3DCor. — Режим доступа: <http://3dcorp.ru/story.html> (дата обращения : 07.02.2019).
6. 1.2.7 Airfoil construction / The engineering world. — Режим доступа : <http://engineeringshowroom.weebly.com/127.html/> (дата обращения : 07.02.2019).
7. Виноградова, Е. Как устроен самолет: Части самолета и их названия, классификация по конструктивным признакам / Е. Виноградова // NaSamoletah.ru. — Режим доступа : <http://nasamoletah.ru/samolety/ustrojstvo-passazhirskogo-samolyota.html#i-3/> (дата обращения : 7.02.2019).
8. FoilSim III Student. Version 1.5a / NASA. — Режим доступа : <http://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/foil3.html/> (дата обращения : 07.02.2019).