

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

УДК 004.92, 62-2

АЛГОРИТМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ПРОТОТИПИРОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© 2023 А. Н. Зеленина, Д. С. Бастрюков, Д. А. Токарев

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье представлена исследовательская работа по применению аддитивных технологий с целью изготовления недостающих элементов конструкции для бытовых приборов в системе 3D моделирования Blander-3D и Ultimaker Cura. Изготовлен прототип детали для кофемашины, а именно ключ установки фильтра и регулировки помола кофе. Предложено рационализаторское решение – для усиления прочности проблемных зон в посадочные места вмонтированы металлические прутки.

Ключевые слова: аддитивные технологии, прототипирование электронных моделей, полигональное моделирование в системе Blander-3D.

В современном мире информационные технологии используются повсеместно – в медицине, машиностроении, сельском хозяйстве, образовании, бизнесе и т. д. Данная работа направлена на разработку алгоритма технического процесса по изготовлению технических изделий и прототипированию при помощи аддитивных технологий. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что применение современных методов по изготовлению элементов конструкции при помощи аддитивных технологий позволяет заменить в кратчайшие сроки любой элемент механизма минуя традиционное производство на предприятии.

Целью данной работы является изучение данного процесса по изготовлению и прототипированию технических изделий при помощи аддитивных технологий с целью создания недостающих деталей для сервисного обслуживания бытовых приборов.

Для достижения этой цели в данной работе поставлены следующие задачи:

- провести анализ опытного образца бытового прибора, технического элемента кофемашины, ключа, который необходимо заменить в конструкции;
- разработать эскиз данного элемента конструкции при помощи реверс-инжиниринга;
- разработать электронную полигональную 3D-модель проектируемого опытного образца при помощи полученного эскиза;
- интегрировать электронную данную 3D-модель в программный продукт Cura для проведения анализа печати;
- выполнить прототипирование изготовленного элемента в конструкции механизма бытового прибора;
- провести постпроизводственные процедуры по изготовлению конечного варианта изделия.

Ожидаемым результатом данной работы является прототип ключа для кофемашины по заказу организации *Калина hall*.

Зеленина Анна Николаевна – Воронежский институт высоких технологий, канд. техн. наук, доцент, e-mail: snakeans@gmail.com.

Бастрюков Дмитрий Сергеевич – Воронежский институт высоких технологий, студент e-mail: bastryukov12@gmail.com.

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

Для решения поставленных задач использовались такие теоретические методы исследования, как анализ, а также практический метод изучения документации и создания прототипа изделия. Также для реализации поставленной цели было задействовано программное и аппаратное обеспечение. Для проектирования полигональной электронной 3D-модели использовалось программное средство Blender-3D; для реверс-инжиниринга применялся штангенциркуль с целью измерения габаритов и размеров опытного образца. Для предпечатного анализа прототипа электронной 3D-модели использована программная среда Ultimaker Cura. Для производства данного прототипа из ABS-пластика с помощью технологии аддитивного производства FDM (Fusion Deposition Modeling «моделирование методом послойного наплавления») применялся 3D-принтер Creality Ender-3 Pro (рис. 1).



Рисунок 1. 3D-принтер Creality Ender-3 Pro

По техническому заданию необходимо было изготовить 30 экземпляров данного ключа с целью восстановления недостающего фрагмента (в оригинальной детали были отломлены части). Для начала необходимо провести анализ опытного образца, поняв ее функциональность в системе конструкции бытового прибора. После анализа можно сказать, что проблемной зоной данной модели ключа является два контактных элемента на торце, которые при эксплуатации

бытового прибора быстрее изнашивались, вследствие чего это приводило систему к аварийной остановке. Пользуясь методами реверс-инжиниринга с данного образца при помощи штангенциркуля сняты размеры и подготовлен эскиз для полигонального 3D-моделирования (рис. 2 – 4).



Рисунок 2. Фото 1 оригинальной детали



Рисунок 3. Фото 2 оригинальной детали



Рисунок 4. Фото 3 оригинальной детали

Данная деталь является функциональным элементом бытового прибора, кофемашины Saeco Odea Go (рис. 5).



Рисунок 5. Кофемашина, модель Saeco Odea Go

Следующим этапом является процесс по разработке электронной полигональной 3D-модели проектируемого ключа кофемашины при помощи полученного эскиза. Для реализации поставленной цели выбрано программное средство Blender-3D. При помощи процедурного метода моделирования: булевых операции и модификатора solidify получен полигональный прототип для 3D-печати (рис. 6). Два контактных элемента на торце, которые являлись проблемной зоной опытного образца необходимо было модернизировать. На данный элемент необходимо обратить особое внимание! Вместо моделирования этих частей были сделаны посадочные места под металлические прутки. Это значительно повысило прочность, исключило повторное разрушение детали, что ранее приводило к аварийной остановке системы.

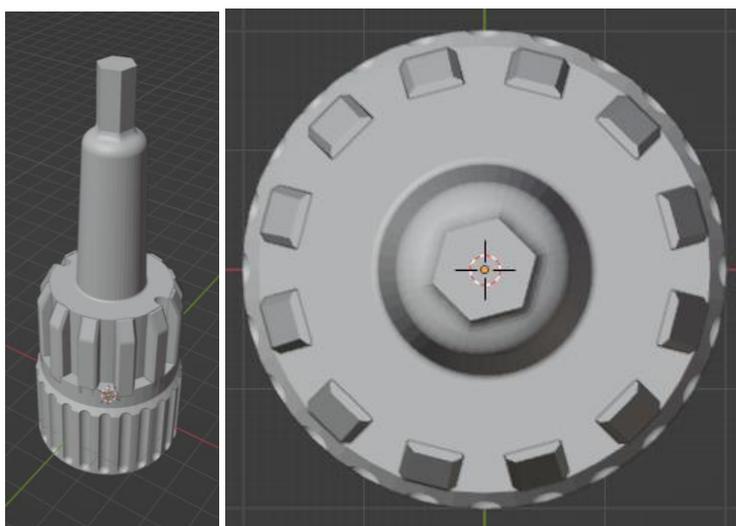


Рисунок 6. Полигональная 3D-модель

После создания 3D-модели проведен нормоконтроль полученного элемента. Для этого в Blender-3D мы выполнены измерения основных размеров 3D-модели. Получены габаритные размеры: 11 x 40 x 40 (рис. 7).

Следующим этапом стал анализ предварительной печати. Для этого полученная 3D-модель интегрирована в программную область Ultimaker Cura. В данной программе выполнена настройка качества печати путем регулирования основных параметров: каче-

ство, скорость, материал. Атрибуты параметра «Качества» обратно пропорционально параметру «Скорость печати», качество указано – в максимальном диапазоне. Материал указан – ABS-пластик. Данную 3D-модель программа *Ultimaker Cura* (удобный и популярный слайсер) преобразовала в фасетное тело, которое разделено на горизонтальные слои для поэтапной печати снизу-вверх. Данный проект преобразован в формат *.gcode* для последующей 3D-печати (рис. 8, 9).

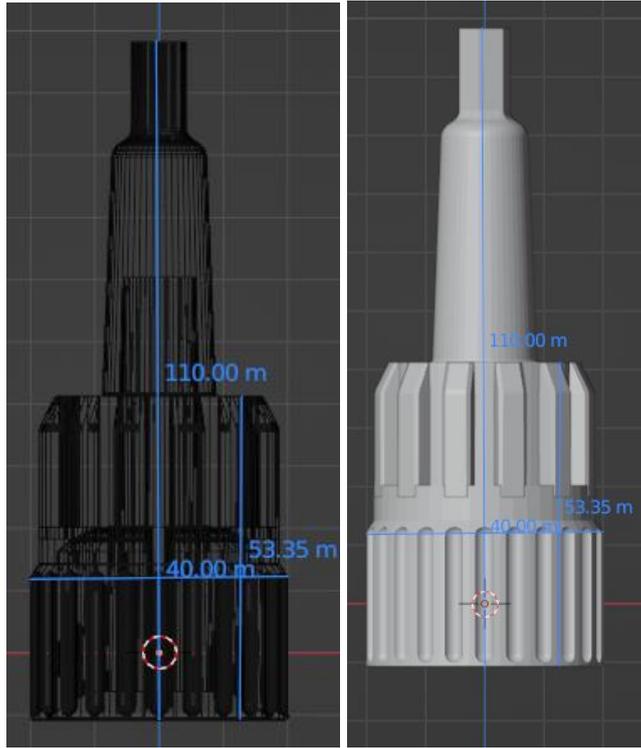


Рисунок 7. Нормоконтроль

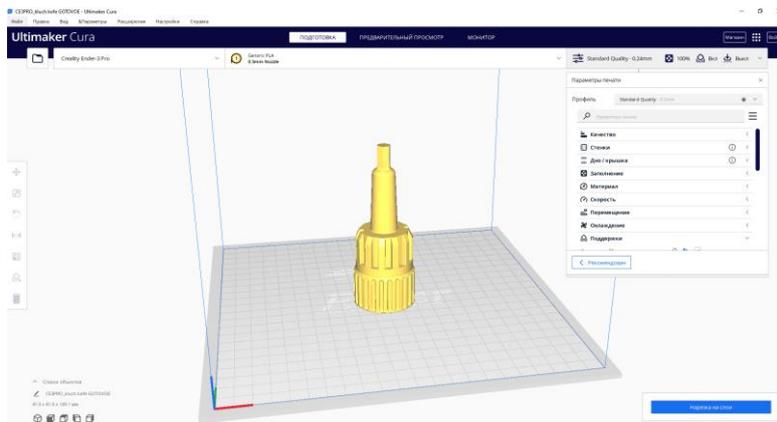


Рисунок 8. Фасетное тело, настройка 3D-печати в Ultimaker Cura

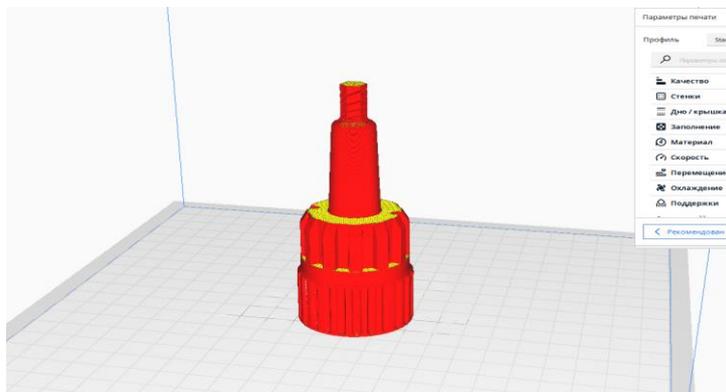


Рисунок 9. Проект сохранен в формате *gcode* для 3D-печати

После 3D-печати необходимо удалить пластиковую поддержку, которая автоматически изготавливается во время печати. После этого необходимо при помощи прототипирования проанализировать правильность изготовленной детали в системе кофемашины. После анализа стало ясно, что данный образец аналогичен по форме и параметрам оригинальной детали, но пока не по функционалу в системе кофемашины. Для этого проведена прост производственная процедура, деталь окончательно зачищена от пластиковых поддержек и в посадочные места вмонтированы металлические прутья для усиления прочности проблемных зон. В конечном итоге мы получили 30 экземпляров детали с габаритами 11 x 40 x 40 из материала ABS-пластика (цвет черный) (рис. 10.).



Рисунок 10. Готовые экземпляры детали

Выводы

Разработана 3D-модель детали для кофемашины Saeco Odea Go, а именно ключ установки фильтра и регулировки помола кофе. Выполнена печать 30 образцов детали на 3D-принтере. Разработанный прототип ключа для кофе-машины обеспечивает потребность в её сервисном обслуживании в значительной степени уменьшая расходы. Для усиления прочности контактных элемен-

тов (усиков на торце) предложен монтаж металлических прутьев, что может являться рационализаторским предложением.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Токарев Д. А. Разработка методики создания технологических эскизов в системе NX/TEAMCENTER в рамках жизненного цикла изделия / Д. А. Токарев. Доступно по: http://old.aviationunion.ru/Files/Nom_4_Tokarev_VASO.pdf.
2. Сергеев В. А. Основы инновационного проектирования / В. А. Сергеев, Е. В. Кипчарская, Д. К. Подымало. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 246 с.
3. Токарев Д. А. Методика топологической оптимизации изделий авиационной промышленности: применение аддитивных технологий на предприятии / Д. А. Токарев // Вестник ВИАТ. – 2021– № 2 (37). – С. 82-84.
4. Токарев Д. А. Методика топологической оптимизации изделий авиационной промышленности с применением аддитивных технологий для одного изделия / Д. А. Токарев // Вестник ВИАТ. – 2020. – № 2 (33). – С. 37-40.
5. Справочная документация по системе Blender 3D «Моделирование». Доступно по: <https://docs.blender.org/manual/ru/dev/>.
6. Попов С. Ю. Программное обеспечение подготовки 3d-моделей к 3d-печати / С. Ю. Попов, Н. М. Токарева, А. Н. Зеленина // Вестник ВИАТ. – 2019. – № 2 (29). – С. 33-39.
7. Бутырский А. Е. Разработка программы расчета параметров 3d-печати из термопластика для изготовления модельной оснастки / А. Е. Бутырский, Н. М. Токарева, А. Н. Зеленина // Вестник ВИАТ. – 2019. – № 2 (29). – С. 55-59.
8. Лавлинская О. Ю. Распараллеливание вычислений поиска кратчайшего пути на основе технологии OpenMP / О. Ю. Лавлинская, В. В. Берников, О. Н. Григорова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. № 2 (25). – С. 55-64.

THE ALGORITHM OF THE TECHNICAL PROCESS FOR THE MANUFACTURE AND PROTOTYPING OF CONSTRUCTION ELEMENTS USING ADDITIVE TECHNOLOGIES

© 2023 A. N. Zelenina, D. S. Bastryukov, D. A. Tokarev

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The article presents a research on the use of additive technologies for the purpose of manufacturing missing structural elements for household appliances in the 3D modeling system Blender-3D and Ultimaker Cura. A prototype of a part for a coffee machine was made, namely the key for installing the filter and adjusting the coffee grind. A rationalization solution is proposed – to increase the strength of problem areas, metal bars are mounted in the seats.

Keywords: additive technologies, prototyping of electronic models, polygonal modeling in the Blender-3D system.