

Как напечатать новогоднее украшение

Даже несложные модели полезно проанализировать с помощью *Netfabb Simulation*

Анатолий Бахарев (ГП КБ "Южное", Днепр), Павел Плащевский (Аркада, Киев)

Как известно, в жизни всегда есть место празднику. Это особенно верно сейчас, когда рождественские и новогодние праздники приближаются неумолимо. ☺ В это время принято одаривать подарками родственников, друзей и подруг, и даже дружественные компании. А что может быть лучше уникального персонализированного подарка, изготовленного практически "своими руками"?!

Проектируем оригинальный подсвечник

Украшением и неизменным атрибутом праздничного стола в эти декабрьские дни являются свечи, поэтому оригинальный подсвечник будет очень к месту (рис. 1).



Рис. 1

Проектирование подсвечника начнем с разработки требований. В нашем случае их будет не слишком много:

- в этот подсвечник будут вставляться имеющиеся в продаже чайные свечи диаметром 39 мм (рис. 2). Благодаря наличию у свечи алюминиевой обоймы, отпадает необходимость использовать термостойкий материал;
- конструкция подсвечника должна быть максимально ажурной – для экономии дорогостоящего пластика;
- необходимо предусмотреть место для нанесения поздравительной надписи.

Итак, принимая во внимание эти требования (и привлекая имеющийся художественный вкус ☺), начинаем строить 3D-модель

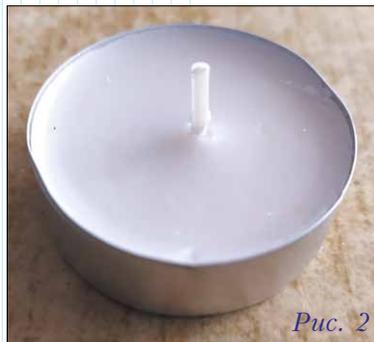


Рис. 2

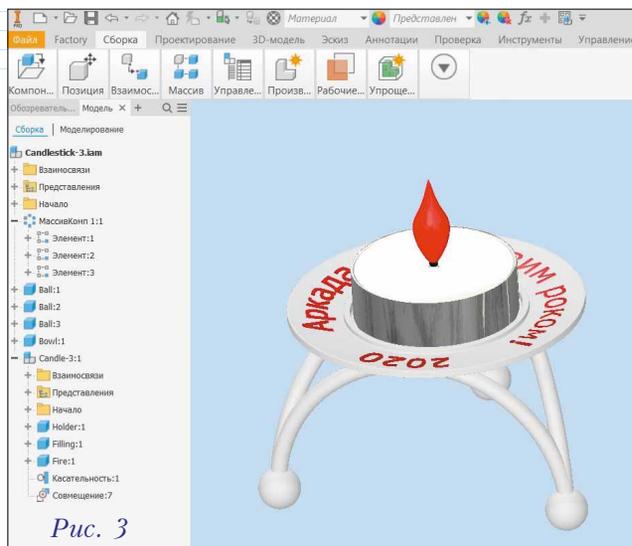


Рис. 3

подсвечника в среде *Autodesk Inventor* (рис. 3). Занимает это буквально считанные минуты.

Готовимся к 3D-печати

Для печати мы будем использовать недорогой (бизнес-класс) 3D-принтер *FUNMAT HT* компании *INTAMSYS*. Усовершенствованная тепловая камера *FUNMAT HT* включает в себя рабочую камеру с постоянной температурой 90°C, стол с подогревом до 160°C и высокотемпературный экструдер ($t_{max} \sim 450^\circ C$) с цельнометаллическим корпусом. Эта машина является близким аналогом 3D-принтера *Ultimaker 2*.

Печатать подсвечник мы будем из материала *PLA* (полилактид) – это недорогой, экологически чистый пластик, продукт химической модификации крахмала (декстрин, карбоксиметилкрахмал). По своим физическим характеристикам, таким как усадка и адгезия, *PLA* хорошо подходит для наших целей, поскольку обеспечивается более

Характеристики 3D-принтера *FUNMAT HT*

- Бренд: *INSTAMSYS*
- Технология печати: *FDM*
- Диаметр нити: 1.75 мм
- Толщина слоя: от 50 мкм
- Размер камеры печати: 260 × 260 × 260 мм
- Тип камеры печати: закрытая
- Количество печатающих головок: 1
- Количество экструдеров: 1
- Максимальная температура экструдера: 450°C
- Интерфейсы: *SD / USB-B* (порт)

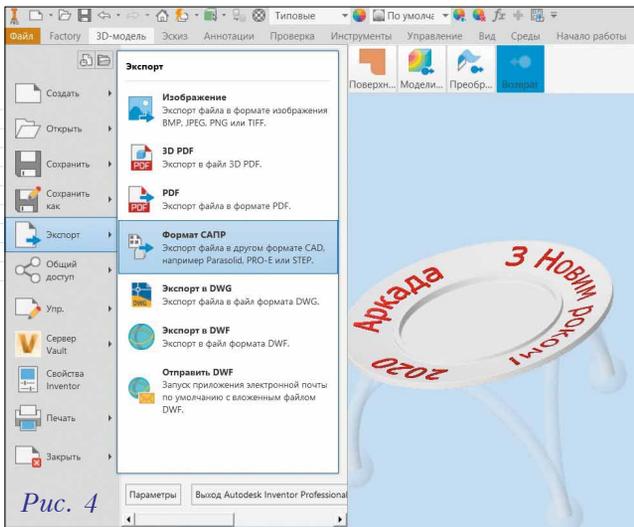


Рис. 4

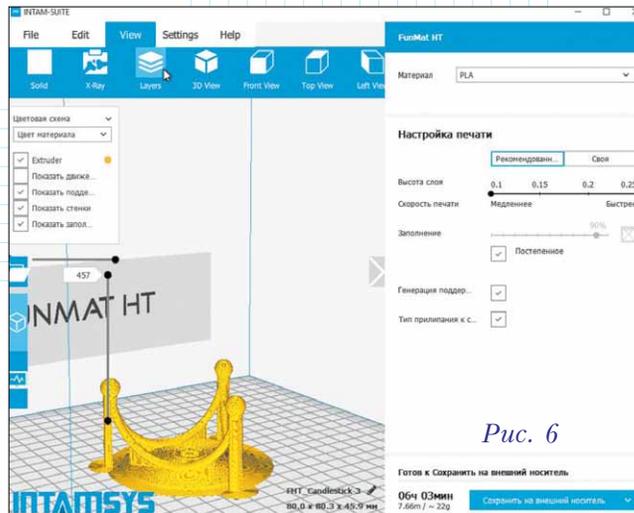


Рис. 6

высокая четкость печати, чем в случае применения ABS. В своём естественном виде полилактид прозрачен и поддается окраске, что позволяет добиваться разной степени прозрачности. У нас в наличии имеется материал в трех цветовых гаммах.

Перед тем как приступить к печати, проведем анализ нашей 3D-модели с помощью программы Autodesk Netfabb. Для этого сначала экспортируем нашу сборку в файл формата STL (рис. 4).

Так как в предлагаемом программой Autodesk Netfabb перечне устройств желаемая модель принтера отсутствует, выбираем Ultimaker, аналогичный по типу печати (термины FFF и FDM полностью равнозначны) и G-коду управления, после чего добавляем конфигурацию нашего принтера INTAMSYS FUNMAT HT.

При открытии STL-файла программа анализирует модель на наличие ошибок и, если указан параметр автоматического исправления, автоматически исправляет их (рис. 5).

Завершив анализ, воспользуемся для непосредственной подготовки к печати программой IntamSuite 3.5.1 (клон известного софта Cura Steam Engine), рекомендованной производителем принтера.

Итак, запускаем программу, выбираем нашу модель, указываем в настройках материал PLA; далее размещаем модель в рабочей зоне печати принтера, повернув её на 180°, и задаем нужные параметры печати (рис. 6). Сгенерированный программой G-код записываем на флешку. Остается лишь вставить её в USB-порт 3D-принтера и сделать тестовую печать.



Рис. 7

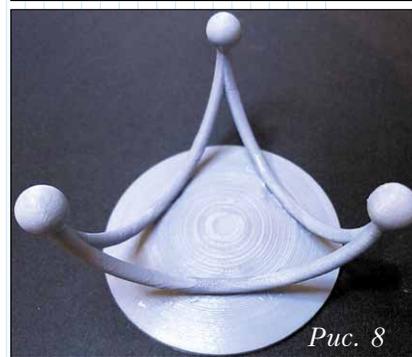


Рис. 8

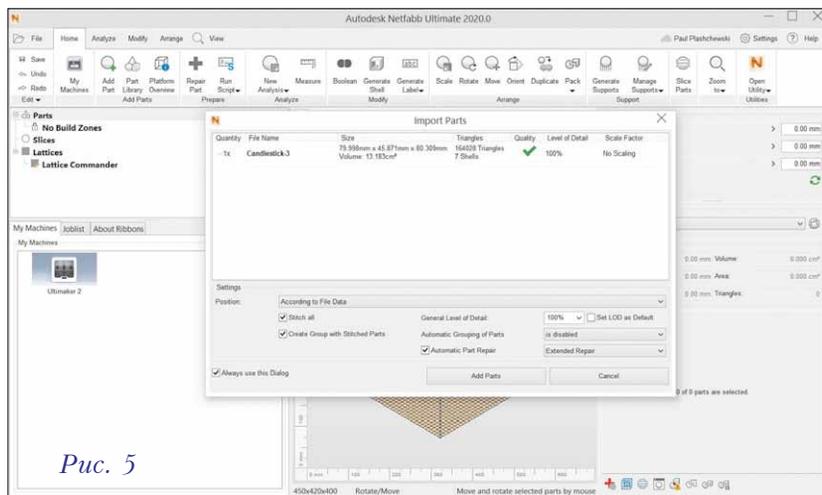


Рис. 5

После завершения процесса печати удаляем поддержки материала – и видим печальный результат (рис. 7, 8).

Как это обычно и бывает, в результате пробной печати выявился ряд недостатков, требующих исправлений. Таким образом, далее нам необходимо подкорректировать модель, не затрагивая при этом дизайнерскую идею. Для этого потребуются следующие действия:

1 Надпись хорошо смотрелась на экране монитора, но для 3D-печати высота рельефа 0.3 мм оказалась недостаточной. Надо увеличить её до 1 мм,

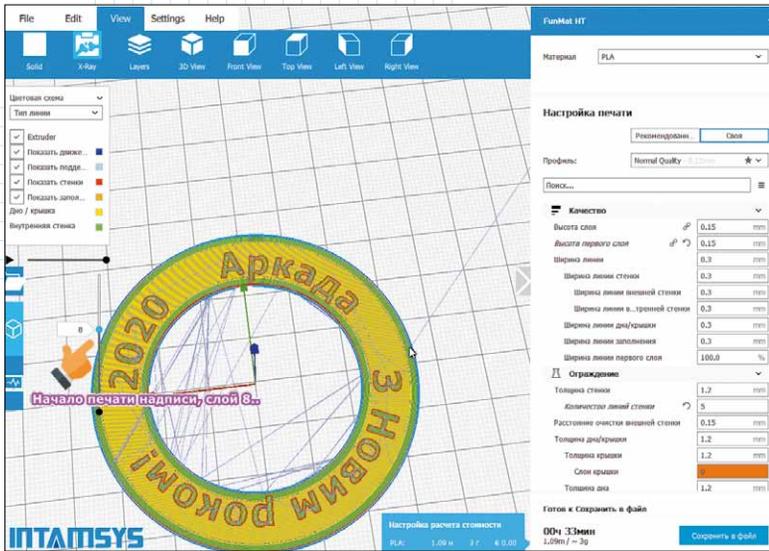


Рис. 9

```

27058 G10
27059 G0 F15000 X108.437 Y111.856
27060 ;TIME_ELAPSED:1742.242136
27061
27062 G0 Z15 X10 Y10 // Подъем головки и перемещение в заданные координаты
27063 G4 S60 // Пауза печати 60сек
27064
27065 ;LAYER:8
27066 G0 X108.437 Y111.856 Z1.35
27067 ;TYPE:WALL-OUTER
  
```

Рис. 10

а также сделать поверхность чаши плоской, что будет лучше для печати поздравительной надписи.

2 Для печати цветной надписи необходимо внести изменения в G-код:

- первым делом найдем в *IntamSuite* номер того слоя, с которого начнется печать другим цветом — для этого включаем подсветку *X-Ray*, после чего идем в меню *View* → *Layers* и ищем нужный номер слоя с помощью вертикального ползунка (рис. 9);

- открываем файл G-кода в текстовом редакторе (с поддержкой кодировки *UTF-8*) и командой *Find* находим требуемый слой (в нашем случае это *LAYER:8*);

- вставляем перед слоем две строки управляющего кода (рис. 10). Теперь, прежде чем начать печать этого слоя, печатающая головка перейдет на позицию, которую указывают заданные координаты, и у нас будет 1 минута, чтобы заменить пластик и прогнать пластик другого цвета через сопло. Затем печать продолжится;

- сохраняем отредактированный файл.

3 Красный пластик должен быть одного типа с белым (основным), так как смешивать разные пластики с различающимися температурами плавления нежелательно — во избежание неоднородностей и образования углерода (нагара) внутри сопла.

4 Чашу для размещения свечи лучше сделать составной. Для этого добавим дополнительный элемент — держатель под свечу. В случае протекания воска эту вставку можно будет заменить.

5 Ножки и опорные шары требуют усиления.

6 Серый пластик в принтере заменим белым.

Задача внесения изменений в параметрическую модель *Autodesk Inventor* никаких трудностей не представляет, так что на этом останавливаться не будем.

После этого повторно выполним уже описанные действия: экспорт в *STL*-файл, анализ в среде *Autodesk Netfabb*, подготовка к печати на принтере *FUNMAT HT* с помощью программы *IntamSuite 3.5.1* (рис. 11).

В итоге, после печати было получено вот такое незатейливое, но по-своему замечательное, изделие (рис. 12).

Следует отметить, что методы генеративного проектирования в данном случае не применялись — возможно, это будет темой следующей статьи.

Заключение

В результате выполненной работы по проектированию и изготовлению нашего несложного новогоднего изделия можно сделать следующие выводы:

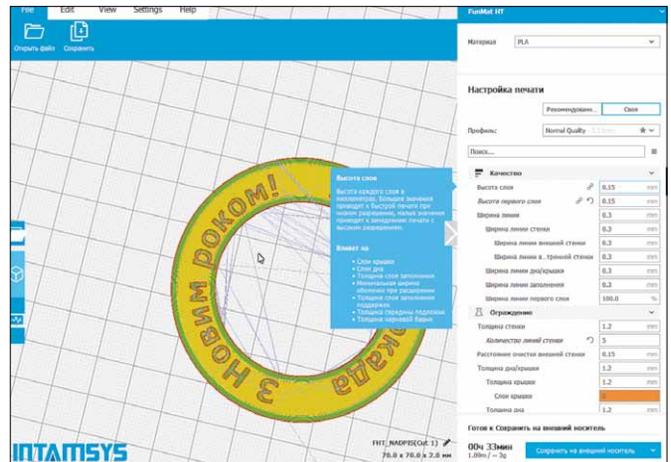


Рис. 11



Рис. 12



Рис. 13

• Проектирование сразу должно выполняться с учетом последующего изготовления методом 3D-печати (рис.13).



Рис. 14

- Расположение изделия в зоне 3D-печати имеет огромное значение и во многом определяет конечный результат, поэтому рекомендуется использовать функционал Autodesk Netfabb Simulation для предварительного анализа – в противном случае предстоит длительный и дорогостоящий процесс проб и ошибок.
- Даже применение Autodesk Netfabb Simulation не избавляет от необходимости иметь доскональные знания в отношении нюансов работы конкретной модели 3D-принтера и свойств применяемого материала – то есть, требуется персонал с высокой квалификацией.
- Чтобы получить еще более эстетически привлекательное изделие, можно использовать методы генеративного проектирования. 🧐

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

Приглашаем принять участие!

Международная выставка
«UzMetalMashExpo-2020»

24/25/26 марта 2020

Узбекистан, Ташкент, Узэкспоцентр

Металлургия и металлообработка.
Машиностроение.
Станкостроение.Сварка



UzMetalMashExpo



International Expo Group
Тел./факс: +998 71 238 91 82
E-mail: sales3@ieg.uz
www.ieg.uz