

УДК 33

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В СОЗДАНИИ МИНИАТЮРНЫХ СТАТУЭТОК***А. А. Сауков*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Актуальность статьи обусловлена растущим интересом к сфере 3D-печати благодаря тому, что современные технологии 3D-печати становятся все доступнее и теперь многие энтузиасты могут приобрести различные 3D-принтеры из бюджетного сегмента для создания своих собственных моделей. Автором представлены процессы и этапы, необходимые для создания миниатюрной модели или же статуэтки. Дан ответ на вопрос, почему для печати фигурок предпочтительнее фотополимерные 3D-принтеры, чем они отличаются от филаментных принтеров.

**Ключевые слова:** 3D-печать, SLA, DLP, FDM, миниатюры, 3D-модель.

UDC 33

**3D PRINTING IN CREATION OF MINIATURE STATUETTES***A. A. Saukov*

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

The relevance of the article is caused by the growing interest in the field of 3D printing due to the fact that modern 3D printing technologies are becoming more accessible and now many enthusiasts can purchase various 3D printers from the budget-friendly segment to create their own models. This article presents the processes and steps necessary to create a miniature model or figurine. The article answers to the question why photopolymer 3D printers are preferable for printing figures and how they differ from filament printers.

**Keywords:** 3D-printing, SLA, DLP, FDM, miniatures, 3D-model.

**Введение.** Возможности современных технологий открывают все больше пространства для творчества. Если раньше было тяжело представить собственноручное создание коллекционных фигур и миниатюр у себя дома, без помощи профессиональных компаний по их производству, то сейчас, с развитием 3D-печати и ее технологий, процесс становится все более доступным. Человек без знаний в сфере создания персонажей с использованием моделирования или цифрового скульптинга может воспользоваться доступными ему ресурсами и приобрести наборы миниатюрных моделей для домашней 3D-печати. Все это стало возможным благодаря широкому распространению бюджетных моделей 3D-принтеров с использованием различных технологий 3D-печати. Целью данной работы является выявление актуальных способов и этапов создания 3D-печатной модели миниатюр или статуэток на фотополимерном 3D-принтере. Были поставлены следующие задачи:

1. Изучить современные способы создания модели с помощью технологии 3D-печати.
2. Проанализировать необходимые для создания модели этапы работы.

**Основные технологии 3D-печати для миниатюр.** 3D-печать, как типовой инструмент производства миниатюрных фигурок, все больше и больше становится доступной для использования. Если раньше 3D-печать как таковая была довольно требовательной и относительно дорогостоящей услугой, то появление бюджетных FDM (англ. Fused deposition modeling (FDM)) — моде-

лирование методом послойного наплавления) существенно повлияло на рынок 3D-принтеров [1]. Все больше и больше производственных компаний стали создавать различные модели 3D-принтеров, использующих не только FDM-технологии печати, но и SLA (англ. Stereolithography) и DLP (англ. Digital Light Processing) [2]. Обе эти технологии схожи в работе. Если FDM-технология печати использует катушки филамента (англ. filament — нить), то в качестве рабочего материала SLA и DLP выступает светочувствительный фотополимер, который находится в жидком состоянии и полимеризуется под влиянием УФ-излучения.

Широкое применение SLA/DLP-технологии печати активно используется в стоматологическом протезировании, где необходима высокая точность при создании модели протеза. Данная технология 3D-печати полностью отвечает высоким требованиям протезирования, ввиду чего и привлекла внимание специалистов из других областей деятельности, в частности — создания миниатюрных статуэток. Дело в том, что главным отличием фотополимерной (SLA/DLP) 3D-печати и филаментной (FDM) является точность итоговой напечатанной модели. Чем больше точность передаваемых деталей, тем меньше нужно будет доводить модель до желаемого вида на этапе постобработки и тем лучше выглядит итоговый результат.

Благодаря тому, что на рынке 3D-печати появились новые предложения по доступным для многих людей 3D-принтерам, увеличился и интерес к данной сфере деятельности. Бюджетные фотополимерные 3D-принтеры (до ~\$400 за единицу техники) позволили создавать высокодетализированные миниатюрные изделия, которые по качеству исполнения превосходят результаты работы FDM-принтеров в аналогичных заданиях.

**Плюсы фотополимерной 3D-печати.** Сравнив технологий печати FDM и SLA/DLP, можно сказать, что филаментная печать уступает фотополимерной в уровне детализации поверхности, отчего не пользуется популярностью при печати миниатюрных фигур. Толщина покрытия фотополимерного 3D-принтера Anycubic Photon S находится в пределах ~0,02–0,2 мм, при этом сохраняется наиболее ровная поверхность печати, тогда как печать филаментным 3D-принтером, например Original Prusa i3 MK3S (данный 3D-принтер не является бюджетным, ~\$720), начинается от значения в 0,05 мм и имеет отчетливую послойную поверхность модели [3–4]. Стоит отметить, что фотополимерная печать уступает по скорости филаментной, ~20 мм Anycubic Photon S и от 20~80 мм/с у Anycubic 4Max Pro. Однако FDM и SLA/DLP-технологии можно сочетать при составной 3D-печати статуэток большего масштаба, при этом имеются и свои плюсы, и минусы.

Большой популярностью у зарубежных пользователей пользуются подобные 3D-печатные миниатюрные модели, которые они впоследствии используют для настольных игр. На краудфандинговом ресурсе Kickstarter представлено множество кампаний по сбору денежных средств для 3D-печати наборов миниатюрных фигурок. Эти тематические наборы миниатюр выставлены в виде готовых к печати моделей, которые пользователь должен напечатать самостоятельно.

Необходимо отметить, что технология 3D-печати миниатюрных фигурок имеет свои сложности и предъявляет определенные требования к пользователю. В сравнении с филаментной печатью, которая производит небольшую постобработку печатной поверхности модели с целью удаления слоистого вида, фотополимерная смола имеет несколько этапов постобработки модели (рис. 1).

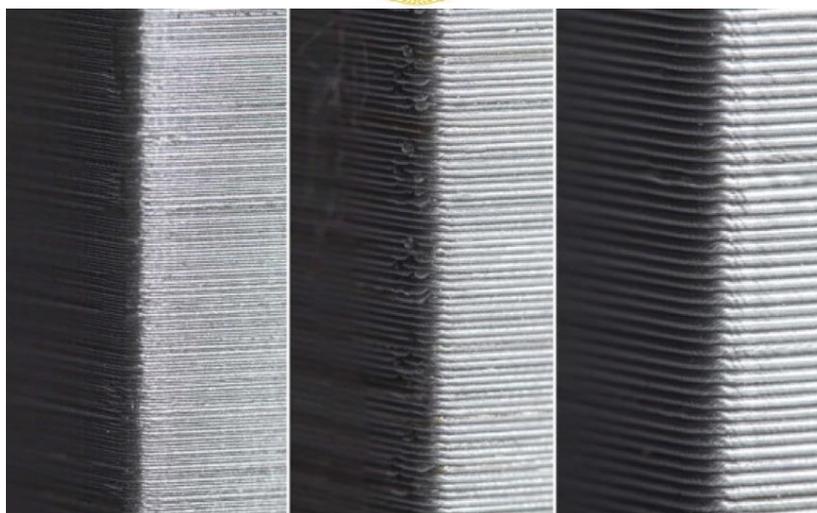


Рис. 1. Слоистость печатной поверхности модели при использовании FDM-технологии печати

**Постобработка модели.** После успешного окончания печати получившаяся модель проходит до финального результата несколько этапов обработки. Первый из них — промывание в изопропиловом спирте для избавления от остатков токсичного фотополимера. Дело в том, что фотополимерные смолы, используемые для 3D-печати, токсичны, и при обращении с ними всегда следует надевать резиновые перчатки, чтобы предотвратить попадание жидкости на открытые участки тела. После избавления от излишков полимера модель необходимо высушить и избавиться от печатных поддержек. После чего модели необходимо пройти процедуру завершающего отверждения под направленным светом УФ-лучей (на солнце или же в специальных приборах, где по нескольким сторонам установлены УФ-лампы). Этот процесс необходим, т. к. при засвете модели во время печати она не подвергается сильному УФ-воздействию, достаточному для полного отверждения, и по итогу имеет некоторые менее прочные участки поверхности. После данных этапов модель можно считать полностью завершенной и готовой к использованию.

**Заключение.** Создание 3D-печатных миниатюр или же фигурок из отдельных элементов требует верно подготовленную 3D-модель, корректную настройку 3D-принтера для печати и поэтапную постобработку полученной модели.

В результате проведенного анализа было определено, почему при создании миниатюр предпочтительными являются фотополимерные 3D-принтеры — из-за их большей точности, т. к. они используются в основном в прототипировании ювелирных изделий и медицинской сфере, из-за чего данные виды принтеров имеют меньший печатный объем, но большую точность, в сравнении с филаментными 3D-принтерами. Поэтому для печати предпочтительнее использовать SLA\DLP-принтеры, если одним из приоритетов печатной модели является сохранение детализации.

При соблюдении всех вышеперечисленных условий качественный финальный результат не заставит себя долго ждать.

#### Библиографический список

1. 3D Hubs / On-demand Manufacturing: Quotes in Seconds, Parts in Days / Introduction to FDM 3D printing / 3D Hubs. — Режим доступа: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/introduction-fdm-3d-printing/> (дата обращения: 10.11.2019).

2. 3D Hubs / On-demand Manufacturing: Quotes in Seconds, Parts in Days / Introduction to SLA 3D Printing / 3D Hubs. — Режим доступа: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/introduction-sla-3d-printing/> (дата обращения: 10.11.2019).

3. Anycubic Photon S LCD-based SLA 3D Printer – ANYCUBIC 3D Printing / Anycubic Photon S LCD-based SLA 3D Printer – ANYCUBIC 3D Printing. — Режим доступа: <https://www.anycubic.com/products/anycubic-4max-pro-3d-printer/> (дата обращения: 11.11.2019).

4. Prusa i3 3D printers directly from Josef Prusa - Prusa Research / Original Prusa i3 MK3 kit — Режим доступа: <https://shop.prusa3d.com/en/3d-printers/180-original-prusa-i3-mk3-kit.html/> (дата обращения: 11.11.2019).

*Об авторе:*

**Сауков Артур Александрович**, студент Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [Crynet26@mail.ru](mailto:Crynet26@mail.ru)