

УДК 681.93

ИННОВАЦИОННАЯ 3D-ТЕХНОЛОГИЯ

к.т.н., Заико А.Ф.; Книга В.В.; Крещанович Е.В.
Белорусский национальный технический университет

Статья посвящена организации и развитию аддитивных технологий в республике.

Предлагается концепция создания и развития производства простых и дешёвых 3D принтеров для обучения и использования в конструкторской и производственной практике, а также в быту.

Из всех, известных на сегодняшний день технологий 3D печати, наибольшее распространение получила FDM-технология, благодаря своей простоте, доступности и дешевизне используемого для печати материала. **Моделирование методом послойного наплавления** (англ. *Fused deposition modeling (FDM)*) — технология аддитивного производства, широко используемая при создании трехмерных моделей, при прототипировании и в промышленном производстве.

Технология FDM подразумевает создание трехмерных объектов за счет нанесения последовательных слоев материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей.

Идея послойной заливки экструдированным расплавом принадлежит Скотту Крампу, который запатентовал своё изобретение в 1988 году. После получения патента на изобретение, Скотт Крамп основал компанию Stratasys по производству 3D печатающих устройств. Первый принтер 3D Dimension с экструдированной печатающей головкой появился в 1991 году, его ориентировочная стоимость составляла от 50 до 220 тыс. долларов США.

Производственный цикл начинается с обработки трехмерной цифровой модели. Модель в формате STL делится на слои и ориентируется наиболее подходящим образом для печати. При необходимости генерируются поддерживающие структуры, необходимые для печати нависающих элементов. Некоторые устройства позволяют использовать разные материалы во время одного производственного цикла. Например, возможна печать модели из одного материала с печатью опор из другого, легкорастворимого материала,

что позволяет с легкостью удалять поддерживающие структуры после завершения процесса печати. Альтернативно, возможна печать разными цветами одного и того же вида пластика при создании единой модели.

Изделие, или «модель», производится выдавливанием («экструзией») и нанесением микрокапель расплавленного термопластика с формированием последовательных слоев, застывающих сразу после экструдирования.

Процесс печати FDM-принтера

Экструдер перемещается в горизонтальной и вертикальной плоскостях под контролем алгоритмов, аналогичных используемым в станках с числовым программным управлением. Сопло перемещается по траектории, заданной системой автоматизированного проектирования («САПР» или «CAD» по англоязычной терминологии). Модель строится слой за слоем, снизу вверх. Как правило, экструдер (также называемый «печатной головкой») приводится в движение пошаговыми моторами или сервоприводами. Наиболее популярной системой координат, применяемой в FDM, является Декартова система, построенная на прямоугольном трехмерном пространстве с осями X, Y и Z. Альтернативой является цилиндрическая система координат, используемая так называемыми «дельта-роботами».

Технология FDM отличается высокой гибкостью, но имеет определенные ограничения. Хотя создание нависающих структур возможно при небольших углах наклона, в случае с большими углами необходимо использование искусственных опор, как правило, создающихся в процессе печати и отделяемых от модели по завершении процесса.

В качестве расходных материалов доступны всевозможные термопластики и композиты, включая ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин и многие другие. Как правило, различные материалы предоставляют выбор баланса между определенными прочностными и температурными характеристиками

Моделирование методом послойного наплавления (FDM) применяется для быстрого прототипирования и быстрого производства. Быстрое прототипирование облегчает повторное тестирование с последовательной, пошаговой модернизацией объекта. Быстрое производство служит в качестве недорогой альтернативы стандартным методам при создании мелкосерийных партий.

FDM является одним из наименее дорогих методов печати, что обеспечивает растущую популярность бытовых принтеров, основанных на этой технологии. В быту 3D-принтеры, работающие по технологии FDM, могут применяться для создания самых разных объектов целевого назначения, игрушек, украшений и сувениров.

Расходные материалы

FDM-принтеры предназначены для печати термопластиками, которые обычно поставляются в виде тонких нитей, намотанных на катушки. Ассортимент «чистых» пластиков весьма широк. Одним из наиболее популярных материалов является полилактид или «PLA-пластик». Этот материал изготавливается из кукурузы или сахарного тростника, что обуславливает его нетоксичность и экологичность, но делает его относительно недолговечным. ABS-пластик, наоборот, очень долговечен и износостойчив, хотя и восприимчив к прямому солнечному свету и может выделять небольшие объемы вредных испарений при нагревании. Из этого материала производятся многие пластиковые предметы, которыми мы пользуемся на повседневной основе: корпуса бытовых устройств, сантехника, пластиковые карты, игрушки и т.д.

Кроме PLA и ABS возможна печать нейлоном, поликарбонатом, полиэтиленом и многими другими термопластиками, широко распространенными в современной промышленности. Возможно и применение более экзотичных материалов – таких, как поливиниловый спирт, известный как «PVA-пластик». Этот материал растворяется в воде, что делает его весьма полезным при печати моделей сложной геометрической формы.

Вовсе необязательно печатать однородными пластиками. Возможно и применение композитных материалов, имитирующих древесину, металлы, камень. Такие материалы используют все те же термопластики, но с примесями непластичных материалов. Так, Laywoo-D3 состоит отчасти из натуральной древесной пыли, что позволяет печатать «деревянные» изделия, включая мебель.

Материал под названием BronzeFill имеет наполнитель из настоящей бронзы, а изготовленные из него модели поддаются шлифовке и полировке, достигая высокой схожести с изделиями из чистой бронзы.

Стоит лишь помнить, что связующим элементом в композитных материалах служат термопластики – именно они и определяют пороги прочности, термоустойчивости и другие физические и химические свойства готовых моделей.

Реплицирующиеся 3D устройства

В 2006 году был запущен проект «RepRap», нацеленный на производство принтеров, которые способны реплицировать себя, то есть воспроизводить детали собственной конструкции. Тестовый экземпляр такого устройства был изготовлен в 2008 году английскими конструкторами университета Бата. Он в состоянии «распечатать» около 50 % своих собственных конструктивных частей и деталей.

Конструкция такого устройства была положена в основу принтера, изготовленного на кафедре «Торговое и рекламное оборудование» факультета маркетинга, менеджмента, предпринимательства БНТУ. Конструкция, широко растиражированная во всем мире, позволяет обучать студентов азам печати 3-х мерных объектов. Однако, учитывая негативное влияние плавящегося ABS-пластика, выделяющего некоторое количество стирола, было решено поместить конструкцию в герметичный корпус с системой фильтрации воздуха. В этом случае принтер безбоязненно можно использовать в вузах и школах, а также на рабочих местах в конструкторских и архитектурных бюро, дизайнерских студиях. Мировой опыт использования 3D принтеров показывает высокую эффективность этой технологии в самых различных областях. Появление рынка отечественных принтеров позволит сделать экономически выгодным производство в республике материалов для 3D печати, которое в настоящее время сдерживается отсутствием достаточного количества заказов.

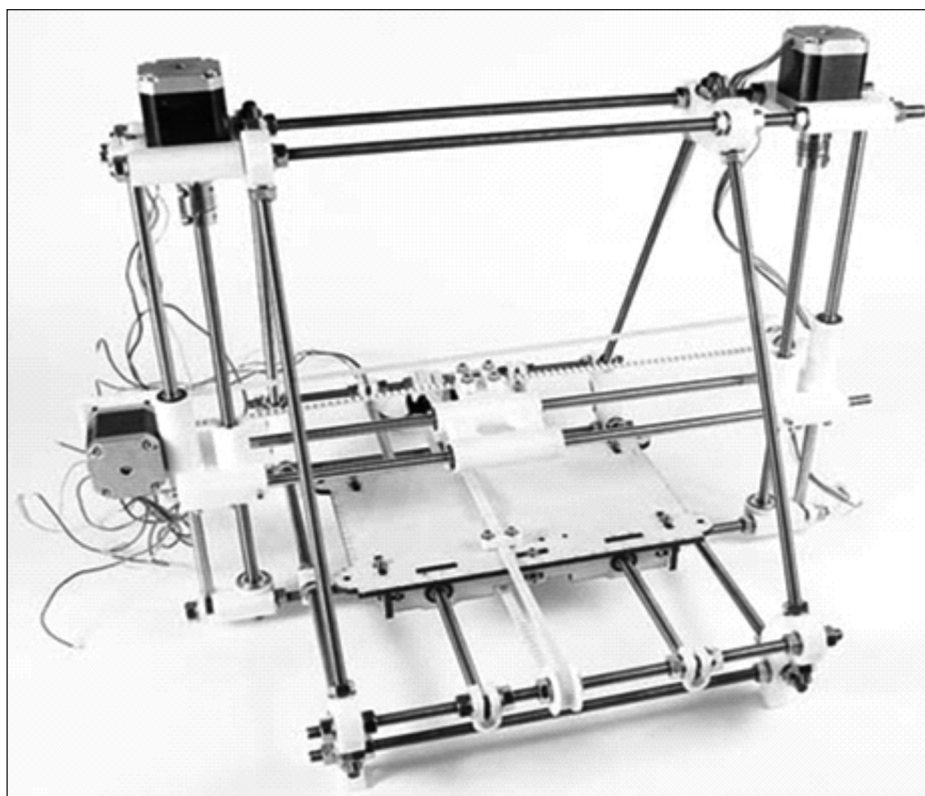


Рис.1. Реплицирующийся 3D принтер RepRap

Таким образом, организовав производство дешёвых отечественных принтеров можно решить несколько задач:

- подготовка кадров для работы с инновационной технологией, за которой большое будущее;
- создание новых рабочих мест по производ-

ству, ремонту и обслуживанию принтеров;

- производству материалов для 3D печати, стоимость которых будет ниже мировых цен.

- использование современной технологии с конструкторской, дизайнерской и производственной практике.