

# Быстрое цифровое производство из термопластиков



**Дмитрий Трубашевский,**  
заместитель директора  
департамента  
«Техническое  
первооружение  
предприятий»  
ООО «ИКФ «Солвер»



**ООО «ИКФ «Солвер»**  
Россия, 394006, г. Воронеж,  
ул. Станкевича, д.43  
Тел.: (4732) 393-241  
Факс: (4732) 773-994  
E-mail: solver@solver.ru  
www.solver.ru

Прошли те времена, когда быстрое прототипирование воспринималось как нечто фантастическое, находящееся за пределами обычного понимания сути производства изделий. Бум в развитии технологий и оборудования для быстрого прототипирования наблюдался в 1980-1990-е гг. Тогда было разработано большое количество установок, в которых для изготовления моделей-прототипов использовались разные принципы и материалы. Однако был и остается объединяющий их всех принцип – деталь-прототип получается, в отличие от традиционных методов обработки, не «отсечением лишнего» от заготовки, а «выращиванием» ее конструкции из моделирующего материала. На современных промышленных предприятиях разработчиками новых изделий стали активно применяться чудомашины, которые уже на стадии разработки и за считанные часы позволяют получать модели-прототипы.

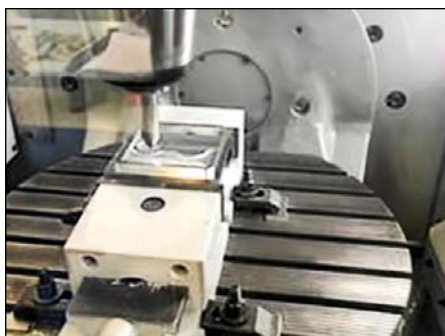
Жесткие законы рынка заметно проредили состав компаний-разработчиков технологий быстрого прототипирования: от полутора сотен осталось не более двух десятков жизнеспособных. Наиболее успешные среди них – Stratasys, Z Corporation, 3D Systems, Solidscape, Objet Geometries. Это те, кто по данным Wohlers Report'2010 имел на своем счету более 2 тыс. единиц проданного оборудования. Об одной из них, Stratasys Inc. (США), мы расскажем. Ее девиз – «Придайте нашей идее форму!».

В 1988 г. компания разработала и внедрила технологию FDM (Fused Deposition Modeling) – построение модели путем послойной укладки разогретой полимерной нити. На производимых ею установках можно изготавливать детали из промышленных термопластиков, собирать из них конструкции для оценки внешнего вида и функциональности разрабатываемых изделий и изготавливать малые партии конечных продуктов. Качество получаемых моделей-прототипов и отличные эксплуатационные характеристики оборудования позволили Stratasys Inc. оставаться на про-

тяжении более 7 лет номером один по продажам в мире, а также в России и странах СНГ. Объем проданных установок превысил 14 тыс. единиц.

Осуществив четкую сегментацию рынка, компания предлагает сегодня две серии установок: недорогие и наиболее простые в эксплуатации 3D-принтеры Dimension и установки промышленного уровня Fortus. В тандеме оборудование предоставляет потребителю широкое поле выбора нужной модели, исходя из требований к функциональности и финансовых возможностей. Довольно большую долю продаж составляют повторные заказы. Начав работать, например, с uPrint – «самым младшим» в линейке Dimension, многие клиенты вновь обращаются к Stratasys, но уже с желанием приобрести более «продвинутое» и насыщенные полезными функциями модели Fortus. Оценив все тонкости и преимущества технологии FDM на примере простых 3D-принтеров, пользователи находят в установках промышленного уровня новые возможности для воплощения своих идей. Дело еще и в том, что полностью раскрывать и по достоинству оценить многочисленные возможности и диапазон применения технологии FDM можно только в результате опыта самостоятельного использования и работы с экспертами в этой области.

В последние годы компания уделяет большое внимание продвижению методологии прямого цифрового производства (Direct



**Крепежная оснастка для обработки детали изготовлена по технологии FDM из поликарбоната**



**Тандем технологий FDM и Finishing Touch: сочетание высочайшего качества формообразующих поверхностей и известной прочности ABS-пластиков**

Digital Manufacturing – DDM). Во многом это удается благодаря неумной энергии Д. ДеГранжа (Jeff DeGrange), который до прихода в Stratasys более 20-ти лет проработал главным технологом в корпорации Boeing. Технология FDM идеально вписывается в понятие прямого цифрового производства и применима для широкого спектра производственных задач. Помимо создания всем известных моделей-прототипов для отработки дизайна и функциональности будущих изделий, FDM может успешно использоваться для изготовления технологической оснастки. Например, низкоскоростной или специальной станочной, крепежной для инструмента, оснастки для изготовления деталей гидроформовкой и вытяжкой, пресс-форм для изготовления деталей из листовых материалов или инъекционным методом из резины, пластика, силикона, а также малых партий конечных изделий. Изготовленная по технологии FDM оснастка сегодня активно применяется и в авиакосмической отрасли при изготовлении деталей из композитных материалов. С ее помощью реализуется большинство методов намотки композитов, например из воднорастворимого материала поддержки (используемого в установках Stratasys), когда геометрия композитной детали не позволяет использовать стандартную съемную оснастку; сердечники сетчатой формы для последующей намотки композитов, комбинированная оснастка и т.п. На установках Fortus можно изготавливать абсолютно все перечисленные детали из термопластиков без применения дорогостоящей оснастки, используя лишь собственную установку и персональный компьютер, – настоящее воплощение прямого цифрового производства.

Продуктовая линейка Fortus представлена сегодня следующими моделями – 360mc, 400mc, 900mc, – различающимися в основном максимальными габаритами изготавливаемых деталей. В июле 2011 г. Stratasys выпустила новую установку Fortus 250mc, самую младшую и недорогую в своей номенклатуре. Имея все преимущества более дорогих моделей серии, пользователи 250mc смогут управлять в широком диапазоне такими свойствами изготавливаемых деталей, как прочность и точность. И все это по вполне доступной цене. Топовой моделью является Fortus 900mc. Установка прошла ряд существенных модификаций, и сейчас с ее помощью можно за один раз изготовить деталь размером 914x610x914 мм. А если необходимо еще более габаритное изделие, достаточно «вырастить» его части, а затем склеить воедино – просто и быстро. Имея внушительные размеры рабочей зоны и высокую скорость перемещения «печатающей» головки, установка может работать с 8-ю видами термопластиков. Многочисленные функции и технические характеристики оборудования наряду с широкими возможностями программного обеспечения Insight полностью оправдывают его «прописку» в сфере цифрового производства. В подтверждение этого можно привести следующий факт: в серийном Fortus 900mc используются 32 детали, полностью изготовленные на такой же установке. Получается, что оборудование воспроизводит само себя. Подобное еще в 1950-х гг. отобразил в теории саморепликаторов выдающийся математик Джон фон Нейман.

При выборе моделирующих материалов руководство компании Stratasys проявило дальновидность и сделало ставку на неиссякаемый потенциал промышленных термопластиков. Материал вводится в эксплуатацию на системах компании каждые 2 года, и сегодня их более десятка. А обладатели установок Fortus 400mc и 900mc при появлении термопластиков новых видов могут в полной мере рассчитывать на «апгрейд» своего оборудования для работы с дополнительными моделирующими материалами. Таким образом проявляется еще одна замечательная возможность систем Fortus – функциональность «на вырост».

Каждый из пластиков, доступных для использования в системах Fortus, – ABS, ABSi, ABSplus, ABS-M30, ABS-M30i, PC (поликарбонат), PC-ISO, PC-ABS, PPSF, ULTEM 9085, – обладает присущими ему свойствами и выбирается исходя из назначения конечного изделия и условий его эксплуатации (высоких температур, химически активных сред, динамических и ударных нагрузок, соотношения веса и прочности и т.д.).

Одновременно пользователям технологий Stratasys стал доступен термопластик ABS-ESD7 с антистатическими свойствами, разработанный на основе ABS-M30. Он будет наиболее востребован в тех областях применения, где статический заряд на поверхности изделия может, например, ухудшить производительность электротехнической продукции, вывести из строя ее элементы или даже привести к возгоранию.

Еще один новый материал, на который бы хотелось обратить внимание, – ULTEM 9085. Он появился в результате тесного сотрудничества Stratasys с корпорацией Boeing. Материал является практически high-end среди термопластиков. Будучи легким и прочным, он широко используется в производстве авиационного, морского и наземного транспорта в качестве аналога алюминиевых сплавов. Сертифицированный по стандартам FAA (Федеральное управление гражданской авиации США) FST, он имеет низкие показатели по воспламеняемости, дымности, токсичности и может с успехом применяться в тех областях, где предъявляются высокие требования к условиям жизнеобеспечения человека.

Успех и всемирная слава, как известно, обычно приходят к тем компаниям, которые ведут длительные и глубокие изыскания, направленные на разработку наиболее эффективных и в то же время простых в освоении и использовании решений. Недавно представленная компанией Stratasys система чистой доводки моделей Finishing Touch в очередной раз подтверждает это. В основе работы системы лежит использование специального растворителя, позво-



На установках промышленного класса Fortus можно изготавливать малые партии деталей

ляющего получать сглаженный и упрочненный поверхностный слой детали, изготовленной по технологии FDM. Поверхность моделей в результате обработки приобретает «гламурный» глянец, и отличить такое изделие от серийного, получаемого в инъекционных пресс-формах, практически невозможно. Finishing Touch позволяет значительно снизить, а в большинстве случаев и полностью устранить необходимость ручной доводки деталей, изготавливаемых на установках Fortus. Многочисленные испытания показали, что в результате ее применения максимальное отклонение размеров детали не превышает 0,023 мм, что меньше допусков для многих литевых изделий.

Инженерно-консалтинговая компания «Солвер», официальный представитель Stratasys в России, в начале 2011 г. создала у себя новое подразделение – отдел «Цифровое производство из композитных и полимерных материалов», где помимо специализированных программных средств разработки изделий из композитов, активно эксплуатируется установка Fortus 900mc. На ней параллельно с отработкой дизайна деталей заказчиков выполняются заказы и на изготовление конечных изделий. Выдающиеся технологии настоящего и будущего сегодня стали ближе и доступнее. □



На установке Fortus 900mc в компании «Солвер» изготавливаются модели-прототипы и конечные детали