

ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

В производстве конечной продукции и оснастки

Дмитрий ТРУБАШЕВСКИЙ, инженерно-консалтинговая компания «Солвер»

Влияние современного рынка потребительских товаров настолько велико, что порой трудно отказаться от новой, пусть не столь нужной, но привлекательной вещи. Плюс к этому постоянное стремление человека всячески облегчить себе условия жизни. Поэтому разработчики устройств быстрого прототипирования не могли остаться в стороне от этих тенденций и активно работают над технологиями трехмерной печати, казалось бы, из абсолютно непригодных для этого материалов. Например, из эпоксидных смол, металлической стружки, глины, гипса, силиконового герметика, латекса, льда, мороженого, сахарной пудры, крема, шоколада и даже из мусора.

Представить трудно, какие открываются перспективы. Кондитеры смогут предлагать гурманам не только вкусные, но и невероятные по форме блюда. А принтеры, использующие в качестве модельного материала мусор, помогут частично решить проблему утилизации морально и физически устаревших вещей. Но что самое важное, использовать такие принтеры сможет практически каждый. Хотите получить предмет эксклюзивного дизайна? Интерактивно соберите его как из деталей конструктора на специализированном сайте или просто от-

правьте виртуальную модель в региональное бюро быстрого производства. Или приобретите 3D-принтер и используйте его тогда, когда необходимо. Например, чтобы сделать бутерброд в виде головы любимого начальника, торт в виде Эйфелевой башни, стул в виде «резиновых» часов из картины легендарного «безумца» Сальвадора Дали или торшер по мотивам метаморфоз Маурица Эшера.

Несомненно, за такими устройствами и возможностями будущее, и прогресс приблизит его в ближайшие годы. Сегодня же все эти неве-

роятные аппараты, работающие со столь нестандартными материалами, скорее редкие примеры материализации фантазий изобретателей-энтузиастов, предназначенные больше для привлечения внимания публики, чем для чего-либо действительно полезного. До промышленного их применения – годы и годы разработок и испытаний.

Однако некоторые из подобных 3D-принтеров реальны и доступны уже сейчас. Группой энтузиастов из Корнельского университета (США), работающих над проектом Fab@Lab, предлагается конструктор, из которого можно собрать самый простой образец устройства для трехмерной печати. Не менее амбициозен проект фирмы RepRap, предлагающей доступные машины для 3D-печати с оригинальной возможностью самокопирования. Компания Formlabs со своим аппаратом Form 1 рассчитывает запустить технологию доступной стереолитографической 3D-печати в массы, а





MakerBot уже начал серийно выпускать устройства, способные работать с ABS, PLA и PVA. Зачастую стоимость таких устройств уже не превышает 3000 долларов, что, несомненно, привлечет внимание большого числа пользователей. И кто знает, может быть, в недалеком будущем в каждом доме будут стоять трехмерные принтеры, которые станут для нас «обычными» устройствами! Однако стоит понимать, что все описанные выше разработки предназначаются в первую очередь для частного некоммерческого использования, потому как качество, скорость и надежность в них еще очень далеки от лидеров этой отрасли.

Некоторые молодые компании-разработчики пытаются повторить успех таких корифеев 3D-печати, как, например, Stratasys, которая выпускает трехмерные принтеры и промышленные установки, использующие при изготовлении деталей различные промышленные термо-

пластики (ABS, поликарбонат, полифенилсульфон и др.). Неискушенным пользователям на рынке уже предлагаются аналоги таких устройств и некоторых подобных модельных материалов. Но конечный результат, а вместе с ним удовлетворенность пользователя все еще очень далеки до идеала. Что ж, четверть века фундаментальных разработок и многолетний опыт в производстве и эксплуатации сложно повторить за несколько лет.

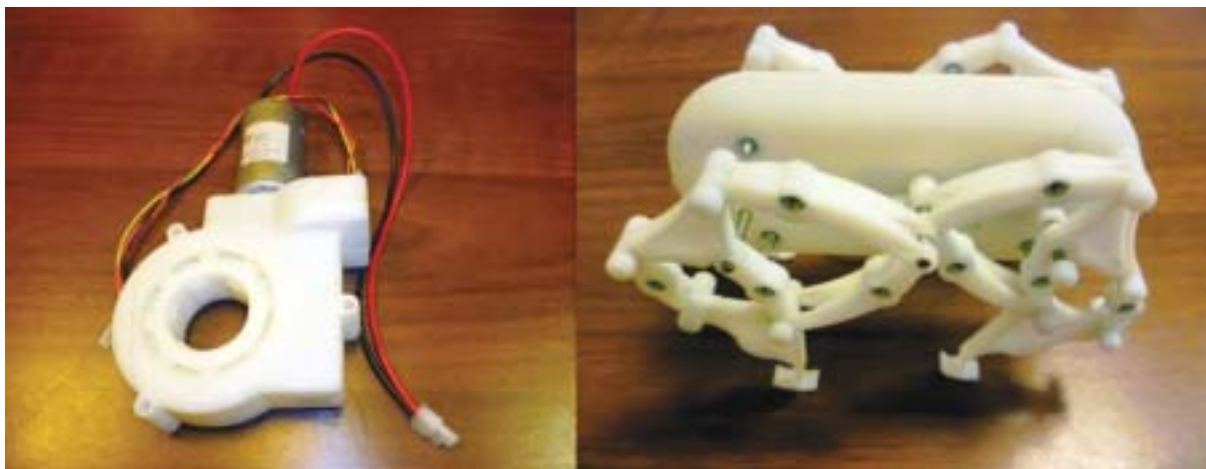
Тогда почему автор решил ознакомить читателей с успехами растущего рынка недорогих принтеров, так или иначе стремящихся походить на их старших собратьев? Ответ – в предостережении потенциальных пользователей от возможного разочарования, связанного с выбором устройств только исходя из ценового критерия. Поиск «золотой середины», компромисса между качеством и стоимостью, как нельзя

лучше подходит и для таких устройств. Поэтому всегда предельно точно формулируйте требования к выполнению проекта и приобретению устройства прототипирования. Обращайте внимание на сервис, расположение регионального склада, репутацию дистрибьютора и его опыт на рынке, обычно напрямую зависящий от времени работы в данном направлении бизнеса.

Именитые компании-разработчики и производители систем для прототипирования всегда ориентируются на конкретный сегмент потенциальных пользователей. Это могут быть различные конструкторские бюро, крупные заводы, небольшие фирмы, а также обширный сегмент частных пользователей. Стоимость серийных принтеров может варьироваться от нескольких тысяч до десятков и даже сотен тысяч евро. Твердо стоящие на ногах коммерческие фирмы, организации и промышленные предприятия, конечно же, могут позволить себе выбор технологий прототипирования от лидеров отрасли, при этом четко понимая, где и как будут использовать «выращенные» изделия. В то время как даже самые недорогие из систем прототипирования могут быть не по карману многим частным пользователям.

Современные технологии настолько далеко шагнули вперед, что порой кажется, будто придумать что-то по-настоящему революционное уже практически невозможно. Хотя, скорей всего, через несколько лет или десятилетий мы будем смотреть на нынешние образцы технологического совершенства так же, как, например, смотрим сейчас на первые автомобили, телевизионные приемники или мобильные телефоны. Бум развития мобильных электронных устройств, совершенство прикладных программно-электронных средств предоставляют крупным, средним и даже частным пользователям широчайшие возможности кастомизации продукции. Помочь разработке и придать индивидуальность будущему изделию как нельзя лучше помогут 3D-принтеры.

Что же требуют разработчики и производители высокотехнологичной продукции от оборудования для быстрого прототипирования? Первое – возможность получить в кратчайшие сроки прототип будущего



изделия для того, чтобы его можно было «повертеть в руках». Второе – если позволяет технология прототипирования, изготовить конечный продукт, по возможности без применения долгих и трудоемких традиционных технологий. Если с первой задачей справляются практически все 3D-принтеры, то для воплощения второй понадобятся более серьезные установки и модельные материалы. Быстрое получение конечной продукции без длительного и сложного традиционного технологического процесса – мечта технологических служб и руководства любого предприятия.

Приведем примеры, как небольшие и крупные российские и зарубежные предприятия используют технологию FDM от компании Stratasys для производства своей продукции.

Российская компания «Лаборатория трехмерного зрения», основанная в 2005 году, специализируется на разработке и внедрении инновационных и высокотехнологичных решений в области систем безопасности и робототехники. Собственный

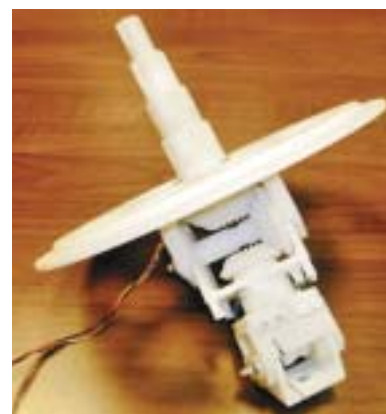
коллектив высококвалифицированных разработчиков, включая конструкторов, технологов, электронщиков, программистов, позволяет компании реализовать полный цикл проекта от идеи до внедрения готового продукта.

С 2006 года «Лаборатория трехмерного зрения» стала активно заниматься разработками в области робототехники – многостепенными манипуляторами, шарнирными поворотными механизмами, гиростабилизированными платформами, колесными редукторами и приводами. Как раз в то время и возникла необходимость быстрого изготовления деталей механизмов для моделирования готовых изделий, проверки конструкции и выявления ошибок, а иногда и для изготовления и тестирования опытных образцов. Для этих целей в 2006 году был приобретен 3D-принтер Dimension SST 1200 для быстрого изготовления моделей-прототипов из пластмасс.

Поначалу при разработке большой части устройств новым пользователям технологии FDM приходи-

лось только удивляться многообразию деталей, которые могут быть изготовлены при помощи быстрого прототипирования. Среди этих деталей – зубчатые колеса с модулем от 0,6 мм, которые реально работают в устройствах; корпусные детали, которые идеально стыкуются с ответными частями при нулевых зазорах на модели; подшипники скольжения и силовые корпуса, испытывающие немалые нагрузки.

С 2008 года «Лаборатория трехмерного зрения» начала производить интерактивного мобильного робота R.BOT 100, реализующего технологию удаленного присутствия, не имеющую аналогов на российском рынке. Прототипы подвижных частей робота и уникального механизма поворота головы робота с 4 степенями свободы перед изготовлением пресс-формы были целиком «выращены» на Dimension. Это позволило еще на стадии разработки обнаружить слабые места как в части механической прочности устройства, так и в том, что касается удобства сборки конструкции. При наличии «живо-





го» макета-прототипа в кратчайшие сроки были внесены изменения в конструкцию. Благодаря этому в разы снизились суммарные затраты на реализацию проекта, т.к. внесение изменений в уже готовые пресс-формы обычно обходится значительно дороже, а также требует больше времени на исправление ошибок. В результате срок от начала работ до производства готовых изделий составил всего полгода.

Интересен такой факт. В процессе сборки одного из первых роботов в качестве эксперимента вместо заводского варианта шейного редуктора установили вариант, выращенный на Dimension. Робот активно работал в течение месяца. Каково же было удивление конструкторов, когда на установленной в робота выращенной детали не были обнаружены следы выработки материала, хотя редуктор интенсивно использовался все это время.

Другая российская компания, «ЭКОИНВЕНТ», на протяжении последних 11 лет является разработчиком и производителем учебно-методических комплексов для образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования. Наиболее

сложным и длительным этапом работы для предприятия являются опытно-конструкторские работы, связанные с созданием нового продукта и поиском решений.

Приобретение установки Stratasys Fortus 400 mc в буквальном смысле развязало производителям руки при решении самых сложных задач. Теперь, будучи непривязанными к ограниченному предложению российского рынка комплектующих, они стали «выращивать» конечные изделия нужных форм и размеров и, как следствие, перестали зависеть от ненадежных поставщиков, срывов сроков поставки и необходимости использования типовых деталей массового производства.

«Поиск решений при проектировании и сборке опытного образца стал простым и наглядным. Установка дает огромный выигрыш в стоимости и времени изготовления деталей сложной формы. Такие детали, как правило, являются или нетехнологичными, или их обработка на обрабатывающих центрах занимает гораздо больше времени. Себестоимость изготовления при этом соответствует трудозатратам. Fortus 400 mc этих недостатков лишен», – так считает Ольга Тар-

хова, заместитель генерального директора «ЭКОИНВЕНТ».

Другим несомненным плюсом технологии прототипирования FDM для «ЭКОИНВЕНТ» является возможность изготовления мастер-моделей для производства литьевых форм (для литья по выплавляемым моделям, вакуумной формовки и др.). «Мы стали использовать возможности 3D-прототипирования для решения более широкого круга задач, будь то изготовление рекламной продукции или выращивание деталей из пластика на замену поврежденных, – продолжает Ольга. – На сегодняшний день мы можем сказать с уверенностью, что все возможности технологии FDM нами до конца не изучены, и ее использование ограничено пока только нашей фантазией».

А как вам ежегодная экономия в 150 000 долларов только благодаря использованию прямого цифрового производства (DDM) для изготовления производственной оснастки? Компания Thogus Products (США), крупный производитель деталей, получаемых литьем под давлением, с более чем 60-летней историей теперь уже не может представить свою деятельность без технологии



FDM, которая постоянно применяется в производстве различного рода захватов, монтажных паллет, защитных кожухов, держателей и даже позволяет заменять металлические детали на пластмассовые.

«Применение оборудования быстрого прототипирования Stratasys в нашем производстве уже стало таким же обычным делом, как использование электронной почты», — говорит Мэтт Хлэвин (Matt Hlavin), директор Thogus. Сегодня в компании используются уже пять (!) различных установок Stratasys — от самой небольшой до топовой. Более того, идея использования оборудования прототипирования подтолкнула Thogus на создание отдельного направления бизнеса, совмещающего инжиниринг и быстрое производство из промышленных пластиков.

«Мы широко используем в своем производстве автоматизацию и роботов. Изготовление инструментальных захватов для наших роботов традиционным способом — фрезерованием из алюминия или стали, — достаточно дорого в производстве и занимает много времени. Поэтому просто отправляем их электронные модели на 3D-печать. В результате захваты мы получаем менее чем через 24 часа, а их вес стал меньше на 70-90% по сравнению с их металлическими аналогами».

Мэтт Хлэвин также особо отметил, что с использованием технологии FDM существенно сократились прямые производственные затраты компании. «Неважно, в какой отрасли промышленности вы работаете, — прокомментировал он, — FDM изменит ее в лучшую сторону. Мне неизвестны другие технологии, которые так же качественно из раза в раз делают то же, что и FDM. Я вижу технологию FDM компании Stratasys



как будущее производства. С ней мы делаем сейчас то, что раньше не могли себе и представить».

На вопрос, как FDM революционизировала его бизнес-модель, М. Хлэвин ответил просто: «Все производители ищут пути уменьшения времени выхода своей продукции на рынок и сокращения производственных циклов. Единственный ресурс, который вы не можете купить, — это время. Теперь с FDM мы можем его продавать».

Теперь коротко о некоторых новостях от компании Stratasys. С недавнего времени у всех пользователей и потенциальных покупателей технологии FDM появилась возможность использования водорастворимой поддержки при работе с поликарбонатом. Наряду с этим высота моделирующего слоя этого материала сравнялась с наиболее точным в моделировании ABS-M30 и составляет 0,127 мм.

Запущена в эксплуатацию новая разновидность особо прочного промышленного пластика ULTEM 9085

черного цвета. Этот цвет востребован теми, кто хотел бы при эксплуатации конечных изделий скрыть следы смазки, угольной пыли и грязи, которые неизбежно накапливаются на рабочих поверхностях различных механических систем. Конечно же, новый цвет никак не повлиял на выдающиеся показатели механической прочности материала, его огнестойкости и низкой способности к образованию дыма при горении. По-прежнему ULTEM 9085 остается востребованным в аэрокосмической и автомобильной отраслях промышленности, а также в строительстве и производстве различного промышленного оборудования.

В заключение напомним, что компания «Солвер» помимо продажи, гарантийного и сервисного обслуживания всей линейки оборудования Stratasys предлагает услуги по быстрому изготовлению конечных изделий и производственной оснастке на промышленной установке Fortus 900mc, которая находится в ее учебно-производственном центре. ■





УСПЕШНОЕ ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОЕКТА

Компания «Солвер» успешно завершила проект по изготовлению макетных образцов локомотивного дизель-генератора, а также его отдельных элементов для ОАО «Пензадизельмаш» – крупнейшего предприятия по производству дизелей и турбокомпрессоров, а также комплектующих узлов для дизелестроительных заводов.

По реальным CAD-моделям заказчика специалисты «Солвер» в системе Siemens NX подготовили файлы для прототипирования, разработали в системе Insight управляющие программы для построения моделей, написали технологические процессы.

Основной задачей проекта стало «выращивание» прототипа дизель-генератора из ABC-пластика в масштабе 1:6 на установке Stratasys Fortus900mc в Учебно-производственном центре «Солвер».

Впервые была изготовлена модель таких больших габаритов – 850X300X415мм. В этом же масштабе 1:6 на установке Fortus900mc выращены блок цилиндров, втулка и крышка цилиндров, коленвал и подвеска. Модель дизель-генератора передана заказчику, который отметил высокое качество проделанной работы специалистов «Солвер».

ОБЪЕДИНЕНИЕ ЛИДЕРОВ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПОД БРЭНДОМ STRATASYS LTD.

Мировые лидеры систем быстрого прототипирования и производства, компании Stratasys и Objet, теперь вместе! Имя новой компании, в компетенции которой собран богатейший опыт самых различных технологий прототипирования, – Stratasys Ltd. Теперь благодаря объединению таких выдающихся технологий, как FDM, PolyJet и SCP, пользователи получают комплексные решения для удовлетворения потребностей в самых разных отраслях производства. Более подробную информацию можно получить на специализированном ресурсе: <http://www.stratasysfora3dworld.com/ru>.

Компания «Солвер», являясь дистрибьютором Stratasys Ltd., в ближайшее время предложит российским пользователям ряд новых систем и сопутствующих сервисов быстрого прототипирования. ■

Предлагаем оформить подписку на журнал



Вы можете оформить текущую подписку с любого номера. Позвоните в нашу редакцию по телефону **(4822) 777-025**, и мы оформим ваш заказ. Стоимость годовой подписки – **3200 рублей**.

Вы можете оформить подписку на почте.

Наши подписные индексы **42264, 80648** в объединенном каталоге «Пресса России».

Тираж – **10 тысяч экземпляров**
Периодичность выхода – **1 раз в квартал**
www.umpro.ru



Журнал «Умное Производство»

выходит тиражом **10000 экземпляров**
1 раз в квартал.

В настоящее время **80% тиража** распространяется прямой рассылкой первым лицам предприятий России, а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

20% тиража – на специализированных выставках, съездах и конгрессах.

Гарантированное получение каждого номера журнала в дальнейшем может обеспечить подписка.

Стоимость одного номера журнала – **800 руб.**

Условия подписки на сайте www.umpro.ru