

ЧТО НОВОГО В МИРЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ?

Новинки RP-технологий 2007 года.

(Д. т.н. Михаил Зленко, Центр быстрого прототипирования ГНЦ «НАМИ», Москва.)

Технологии быстрого прототипирования - **Rapid Prototyping** продолжают свое победное шествие по всем без исключения отраслям промышленности, науки, образования. Теперь уже не только трудно, а практически невозможно назвать область материального производства, где эти технологии не нашли бы своего применения. Согласно авторитетному в мире **RP-технологий** ежегоднику **Wohlers Report** – аналитическому изданию компании **Wohlers Associates**, в 2006 году было продано **RP-машин** и материалов на 532,2 млн. долларов (рост на 20% по сравнению с 2005 годом), оборот в сфере услуг прототипирования составил 451,5 млн. долларов (рост 23,7%). Прирост мирового парка **RP-машин** за прошлый год составил более 4 тыс. единиц, в этом году ожидается рост более чем на 5 тыс. единиц. По сравнению с совсем недалеким прошлым – 2004 годом, прирост парка машин почти удвоился.

По данным **Wohlers Report** парк **RP-машин** в России в 2006 году увеличился на 39 единиц (для сравнения в США – на 1608) и общее количество машин составило 168. Печально, но факт: Россия продолжает отставать в технологическом плане и, судя по данной статистике, отставание носит катастрофический характер. Наиболее динамично парк машин в 2006 году увеличился в Японии – 463, Китае – 399, Германии – 299, Франции – 114, Великобритании и Италии – по 182.

Одновременно происходит «демократизация» сферы **RP-технологий**. Если раньше они были относительно дороги и были сосредоточены в основном в элитных отраслях науки и промышленности – в авиации, космонавтике, автомобильной индустрии, то теперь это рутинное дело – сделать модель либо на собственном **3D-принтере**, либо в ближайшем сервис-бюро, размножившихся в Европе, как грибы после дождя. В журнале «**The tct Magazin**» (**volume 15/issue1**) опубликован (далеко не полный) список европейских фирм, предоставляющих **RP-услуги**, в котором только британских сервис-бюро насчитывается более полутора сотен. Конкуренция в этой сфере привела к существенному падению цен на услуги прототипирования. Многие фирмы оставили мечту о приобретении **RP-машин**, как ставшую неактуальной: дешевле и быстрее «скинуть» файл по электронной почте в специализированное сервис-бюро и получить на следующий день, в крайнем случае - через день по курьерской почте физическую модель.

Фирмы-производители **RP-машин** вошли в жесткое столкновение в борьбе за клиента. Развернулась борьба под лозунгом «Кто дешевле?», одна за другой появляются новые «бюджетные» модели машин – 29 000 долларов, 20 000, 10 000!, кто меньше? Да и клиент стал капризным: теперь ему подавай не просто модель, а прочную модель, не просто что-нибудь резиноподобное, а еще и теплостойкое или биосовместимое, а то и того больше – дайте мне модель прямо из металла, да еще из жаропрочного и коррозионостойкого. И наиболее продвинутые все чаще задаются справедливым вопросом: почему **RP-машины** считаются оборудованием для НИОКР? И почему это они не могут быть «простым» технологическим оборудованием для вполне серийного производства? Уверен, что это дело самого ближайшего будущего.

Одной из заметных новинок этого года стала машина **InVision XT**, фирма **3D Systems**. Это трехмерный принтер (существенно модернизированная версия

предыдущей модели **InVision SR**), использующий в качестве модельного материала акриловый фотополимер с отверждением последовательных слоев не лазером, как в классической стереолитографии, а ультрафиолетовой лампой. Он



предназначен для использования в качестве офисного моделлера и своем классе относительно дешевых (до 100 тыс. евро) **3D**-принтеров отличается простотой обслуживания при достаточно высоком качестве моделей как с точки зрения точности построения, так и с точки зрения чистоты поверхности. Это же относится и к соблюдению чистоты в помещении, где устанавливается машина. Заправка машины строительным материалом осуществляется установкой герметично закрытых картриджей (отдельные для модельного материала и материала поддержек). Материал поддержек после построения модели удаляется путем выплавления в ванне с горячей водой. Все это осуществляется в компактной камере без производственных загрязнений. По желанию оператора используется модельный материал трех цветов – синего, серого и

белого. Модельный материал, конечно, не в той степени, как материалы **SLA**-машин, но вполне пригоден для изготовления не только дизайн- и функциональных моделей, но и выжигаемых моделей для литья металлических прототипов в оболочковые формы.

Новая **RP**-машина **V-Flash** от **3D Systems**, презентация которой состоится на выставке **Euromold 2007**, по всей видимости приведет к существенным изменениям позиций на рынке **RP**-технологий. Это первый **3D**-принтер, доступный по цене практически любому пользователю – от студента или домохозяйки, до профессионалов – дизайнеров, инженеров, технологов. Ставка сделана на простоту и надежность. Понятно, что он не сможет заменить классические машины



во всех аспектах, но во многих случаях эта машина может оказаться весьма конкурентной, особенно в тех случаях, а их достаточно много, когда нет необходимости в изготовлении моделей с высокими эстетическими, технологическими или функциональными свойствами. Эта машина может быть установлена прямо рядом с компьютером дома, в школе или в офисе и строить модели за несколько часов. Производство

машины предполагается передать в дочернюю компанию фирмы **Canon USA – Canon Virginia**. Стоимость машины уточняется, но по предварительным оценкам для пользователей в США она составит 10-12 тыс. долларов. Для Европейских стран, тем более для России, с учетом транспортировки, соблюдения требований по сервису и гарантийному обслуживанию стоимость будет существенно выше. Тем не менее, эта машина может подорвать позиции конкурентов - **Stratasys** и **ZCorporation**, имеющих сейчас довольно устойчивое положение в сегменте недорогих **3D**-принтеров.

Компания **Stratasys** начинает выпуск новых **3D**-принтеров **FDM 200mc**, призванных заменить известную модель **Prodigy Plus**. Особенностью **FDM 200mc** является

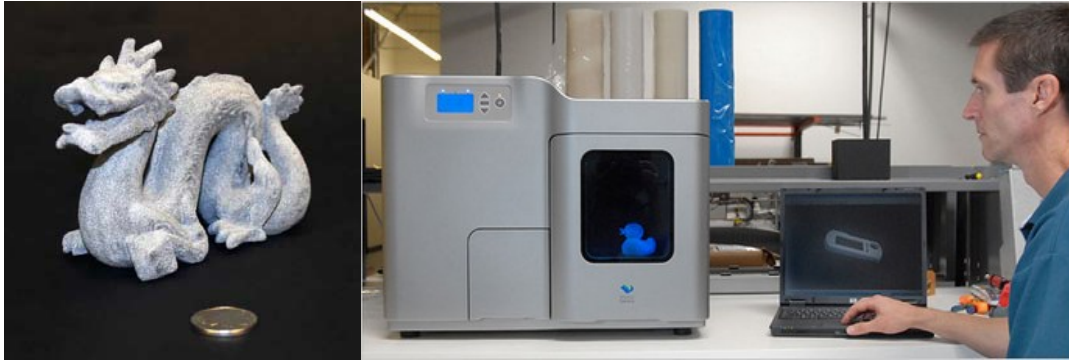


усовершенствованное программное обеспечение и новый модельный материал **ABSplus**, который отличается по температурным характеристикам от ранее применявшегося **ABS**-пластика и обладает лучшей текучестью, что позволило достигнуть большей детализации мелких фрагментов и существенно повысить точность построения моделей. Кроме того, материал имеет повышенную прочность на удар, разрыв и изгиб. Размеры (**XYZ**) зоны построения машины **FDM200mc**: 203x203x303 мм. Толщина слоя построения – 0,178...0,254 мм. Программное обеспечение позволяет работать в двух режимах – в автоматическом и полуавтоматическом, когда оператор имеет возможность вмешаться в процесс построения

для изменения механических свойств модели или ее частей. Оператор также может приостановить процесс построения для установки в строящуюся модель вставок или смены цвета материала. Материал поддержек – водорастворимый. Машина призвана удержать позиции **Stratasys** в секторе рынка недорогих, до 30 тыс. евро, **RP**-машин.

Другая достаточно популярная машина **FDM Vantage™SE** претерпела модернизацию и теперь имеет название **FDM400mc**. Производительность машины повышена на 30%, улучшена чистота поверхности моделей. Базовая версия имеет размер зоны построения 356x254x254 мм, опционно – 406x356x406 мм. (см. www.stratasys.com). Потребителями предлагается также и новый модельный материал – **ABS-M30**, обладающий повышенной на 67% ударной и изгибной прочностью.

В 2008 году на рынок дешевых моделлеров выходит новый игрок – компания **Desktop Factory Inc.** (см. www.desktopfactory.com) со своим порошковым принтером стоимостью 5-7 тыс. долларов. Для полимеризации композитного пластикового порошка используется галогенная лампа. Размер зоны построения 127x127x127 мм. Толщина слоя построения 0,254 мм. Размер самой машины 635x508x508 мм, вес - около 40 кг. Стоимость расходного материала – 1\$/куб. дюйм (примерно 60-65\$/кг). Принтер предназначен для широкого круга потребителей, в частности, для учебных заведений, дизайнеров и просто творческих людей, которым необходимо быстро и дешево изготовить презентационную модель. Принцип построения модели оригинальный. Каждый слой «печется», как блинчик. И затем эти «блинчики» укладываются друг на друга, формируя модель. Конечно, модели от принтера **Desktop Factory** по качеству и чистоте поверхности не могут идти ни в какое сравнение с моделями, скажем, от **3D Systems** или **Stratasys**, на нем нельзя сделать модели с толщиной стенки менее 1 мм, однако во многих случаях этого качества вполне достаточно для достижения конкретной цели в маркетинге, дизайне или при обсуждении и решении технологических вопросов.

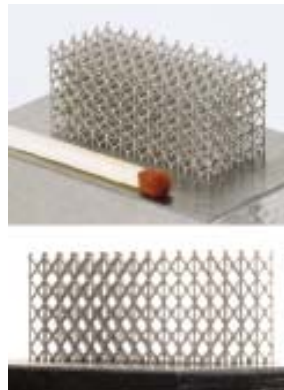


MCP-HEK (www.mcp-group.com) - одна из ведущих мировых компаний в области вакуумного литья металлов и пластмасс, объявила о готовности к коммерческой реализации новой **SLS**-машины, позволяющей строить модели, точнее – готовые функциональные изделия, непосредственно из металла. Модельным материалом являются металлические порошки:

- нержавеющая сталь **316L** (1.4404), 1.4410;
- инструментальные стали **1.2709**, **H13** (1.2344), **M333**;
- титан и титано-алюминиевые композиции: **Ti**, **Ti Al6 V4**, **TiAl6Nb7**;
- алюминиевый сплав **AlSi12Mg**;
- сплав кобальта и хрома - **Co212f**;
- жаропрочный сплав - **Inconel 625** и 718.



Стоимость одного килограмма порошкового материала варьирует от 90 евро (нержавеющая сталь) до 680 евро (титановые сплавы). В линейке предлагаемых материалов также нитинол, медь и золото.



Технология названа **SLM** – **Selective Laser Melting**, селективное, т. е. послойное лазерное «плавление». В качестве источника тепла применен инфракрасный лазер мощностью 50 и 100 ватт. Толщина слоя построения – 20...100 мкм. Скорость построения моделей – 5...20 см. куб/час. Точность

построения в плоскости **XY** 20 мкм. Минимальная толщина стенки в строящейся модели 60 мкм. Машина выпускается в двух модификациях – **SLM 100** и **SLM 250** с зоной построения моделей, соответственно, **XY-Ø 100 мм**, **Z- 80 мм** и **XY-Ø 245 мм**, **Z- 250 мм**. Цена машин в базовой комплектации (для Европы по прайс-листу), соответственно 260 и 460 тыс. евро.

Настоящая гонка развернулась в области модельных материалов. Фирмы-производители машин расширяют сферу применения **RP**-технологий и предлагают все новые и новые материалы различными свойствами: прозрачностью, цветом, жесткостью, температурной стойкостью, прочностью и т. д., которые позволяют по-новому решать сложные задачи как опытного, так и серийного производства. Мировой лидер в производстве модельных материалов – фирма **DSM SOMOS**

выпустила на рынок четыре вида новых фотополимерных смол. Смола **DMX-SL™100** создана на новой химической платформе, обладает свойствами **ABS**-пластиков и имеет в четыре раза более высокую ударную стойкость. **SLA**-модели из этого материала обладают прочностными свойствами на уровне **SLS**-моделей и прототипов, полученных методом вакуумного литья полиуретановых смол в силиконовые формы. По отзывам специалистов известной фирмы **Materialise NV** (специализирующейся на оказании **RP**-услуг) смола идеально подходит для изделий типа «защелка», традиционно проблемных для обычных **SLA**-материалов. Это делает **SLA**-машины прямым конкурентом **SLS**- и **FDM**-машин.

Смола **Somos ProtoGen™O-XT** – еще один **ABS**-подобный материал с более высокой теплостойкостью и с широким спектром применения от мастер-моделей до функциональных моделей различного назначения.

Смола **Somos WaterShed® 11120** и ее новая модификация **ProtoCast™ AF 19120** – идеальный, по отзывам пользователей, материал для изготовления прозрачных моделей, в частности, для визуального исследования потоков жидкостей, а также выжигаемых моделей по так называемой технологии **Quick-Cast** (построение **SLA**-модели с сотовой структурой для последующего выжигания и литья в оболочковые формы, отличается малой зольностью материала).

В линейке продукции компании **DSM SOMOS** также присутствуют фотополимеры-аналоги полипропилену – серии **Somos®9900, 9100** и полиэтилену - серии **Somos®8100**.

Фирма **3D Systems** разработала для своих **SLS**-машин новый порошковый материал **DuraForm®EX**. Материал обладает механическими свойствами, средними между **ABS**-пластиком и полипропиленом, и, в то же время, повышенной жесткостью и износостойкостью, что позволяет производить на прототипирующих машинах не просто модели, а вполне функциональные изделия (**high-end functional part**), переводя **RP**-машины из разряда научно-исследовательского в разряд полноценного производственного оборудования. Для стереолитографических машин также разработаны новые фотополимеры **Acura Xtreme Plaastic** и **Acura® 55**, близкие по свойствам к **ABS**-пластикам и полипропилену. Кроме собственно новых потребительских свойств эти материалы более «дружественные» в пост-обработке и обеспечивают возможность работы **SLA**-машины с большей скоростью. Модели, построенные из **Acura® 55**, визуально и по ряду механических качеств трудно отличить от деталей, изготовленных литьем **ABS**-пластика. **Acura® 55** рекомендуется использовать для моделей типа «лента» и «защелка».

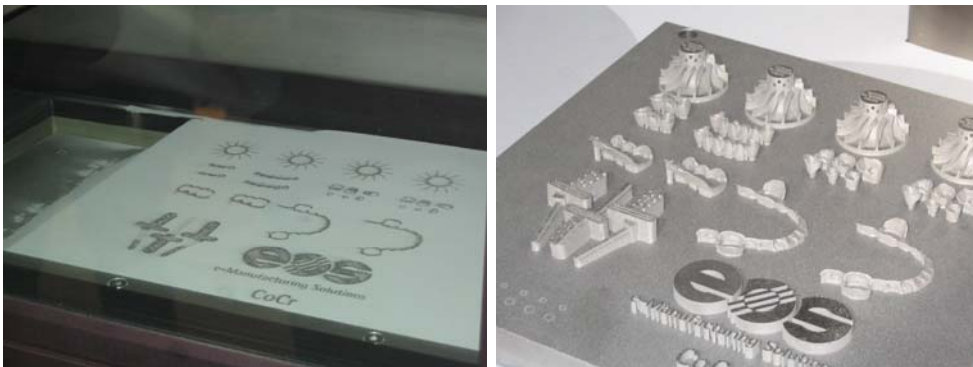


Итальянская компания **C.R.P. Technology S.r.l.** намерена составить достойную конкуренцию американским фирмам-производителям порошковых материалов для **SLS**-машин. Полиамидный порошок **Windform™FX** нового поколения относится к **ABS**- или полипропилен-подобным материалам и позволяет получать модели с

улучшенными механическими свойствами, в частности, ударной прочностью, сопротивлением на изгиб и кручение.

Один из мировых лидеров и главный конкурент **3D Systems** в области **SLS**-технологий компания **EOS** представила образцы вставок (для литья на термопласт-автоматах), изготовленных, т. е. выращенных, из мартенситно-стареющей стали **EOS MaragingSteel MS1**. Этот материал по своим техническим характеристикам соответствует стали **18 Maraging 300** (по классификации США), стали 1.2709 (Евросоюза), стали **X3NiCoMoTi 18-9-5** (Германии). Хорошо обрабатывается и имеет достаточно высокую твердость – HRC 55 (после стандартной термообработки). Компания продолжает успешно расширять свое «металлическое» направление, предлагая потребителям новые материалы на основе титана, титано-алюминиевых, кобальт-хромных сплавов и различных видов сталей. Порошок **EOS CobaltChrom MP1** изготовлен из спецсплава на основе кобальта, хрома и молибдена. Материал пригоден для использования в восстановительной медицине и соответствует требованиям **ISO 5832-4** и **ASTM F75** для сплавов **CoCrMo**, применяемых в имплантации.

Порошок **EOS CobaltChrom SP1** также изготовлен из кобальт-хром-молибденовой композиции, и разработан специально для восстановительной стоматологии. Модели из него обладают высокой прочностью, коррозионной стойкостью и хорошо сочетаются с керамическим покрытием. Для медицинских целей разработан и биосовместимый порошок **EOS Titanium Ti64**. Он изготовлен на основе титано-алюминиевого сплава **Ti6AlV4**.



Последней новинкой **EOS** является «бюджетная» версия **SLS**-машины, работающей с полимерными порошками (полиамид, полиамид с наполнителями, полистирол), это машина **EOS P100** с размерами зоны построения 200x250x330 мм и стоимостью в базовой комплектации 210 тыс. евро. Однако это не «пониженная» версия популярной **SLS**-машины **EOS P700**, а вполне продвинутая машина, созданная на новой лазерной платформе с улучшенными качественными характеристиками. Машина оснащена встроенным генератором азота (выращивание происходит в инертной среде) и позволяет строить полиамидные модели с толщиной стенок до 0,4 мм, шаг построения – 0,1 мм. **EOS** предлагает также и широкий выбор модельных материалов для выращивания полиамидных и

полистирольных моделей, в частности:

PA 3200 GF – стеклонаполненный полиамид, успешно используемый для получения корпусных деталей;

Alumide – алюмин-наполненный полиамид, который используется для изготовления функциональных моделей, а также вставок (в термопласт-автоматы) для последующего литья пластмассовых изделий;

CarbonMide – углеродонаполненный полиамид с повышенной прочностью, используется для испытаний моделей в аэродинамических трубах; а также полистирольный порошок **PrimeCast 101** для изготовления выжигаемых моделей.

Это лишь краткий перечень того, что уже появилось или вот-вот появится на рынке **RP**-технологий. Основные премьеры как всегда приурочены к главному событию года – выставке **Euromold**, которая состоится во Франкфурте в этом году 3-5 декабря. Об этом в следующем номере журнала.