

3D-ПРИНТЕРЫ КОМПАНИИ voxeljet: КАК СТАРТАП СТАНОВИТСЯ БИЗНЕСОМ

И. Шахнович

Статьи, посвященные прорывным технологиям – это почти всегда синтетический жанр. Синтетический в том смысле, что невозможно разделить историю становления компании, особенности ее бизнес-стратегии, технологии и конкретную продукцию. В области высоких, инновационных технологий все это слито воедино – идеи рожают продукт, первые успешные продажи привлекают инвесторов и дают средства для развития, коммерческий успех приносит деньги на развитие новых идей и т.д. Поэтому рассказ о немецкой компании voxeljet невозможно свести только к описанию ее промышленных систем 3D-печати – безусловно, уникальных и очень интересных.

Инновационные технологии не ограничены одной предметной областью. Действительно, какое отношение имеют установки 3D-печати, причем изначально ориентированные на создание литейных форм, к электронной индустрии? Однако действительно инновационные технологии открывают совершенно новые возможности в самых разных направлениях, позволяют создавать новые продукты, с революционными техническими и стоимостными характеристиками. Поэтому знать о таких технологиях специалистам в области электроники просто необходимо.

voxeljet: КАК РОЖДАЮТСЯ СТАРТАПЫ

В середине 1990-х годов в Мюнхенском техническом университете группа профессора Йоахима Хайнцля (Joachim Heinzl) работала над проблемой создания промышленных 3D-принтеров. В этой группе трудились аспирант Инго Эдерер (Ingo Edeger), писавший свою докторскую диссертацию (PhD), и дипломник Райнер Хёшман (Rainer Höchsmann). Профессор Й.Хайнцль, вице-президент Мюнхенского технического университета, уже был к тому времени известным и очень разносторонним ученым, признанным специалистом

в таких областях, как МЭМС, малозумящие аэро-статические подшипники, ультрапрецизионная обработка и лазерные измерения, а докторскую степень в 1970 году он получил в области электроакустики. Во второй половине 1970-х Й.Хайнцль руководил подразделением центральной лаборатории компании Siemens, которое занималось разработкой принтеров (механических, в том числе матричных) и механических систем для накопителей информации на перфолентах и магнитных пленках. Для нас принципиально важно, что именно тогда Й.Хайнцль начал свои работы в области капле струйной печати на основе пьезоинжекции, завершившиеся в 1977 году созданием первого коммерческого струйного принтера Siemens PT 80i.

Поэтому совершенно не случайно, что в 1995 году группа, возглавляемая профессором Й.Хайнцлем, достигла первых успешных результатов в области систем дозирования УФ-отверждаемых полимерных смол. Это была важная составляющая проекта создания 3D-принтеров для песчаных литейных форм. В 1998 году в Мюнхенском техническом университете была напечатана первая песчаная литейная форма, тогда же был получен первый патент на изобретение.

5 мая 1999 года И.Эдерер, Р.Хёшман и профессор Й.Хайнцль создали компанию Generis – предшественницу voxeljet. Тогда в ней было всего четверо сотрудников. Сначала компания базировалась в Мюнхенском техническом университете, затем переехала в соседний Аугсбург. В 2000 году молодая фирма приняла участие в конкурсе бизнес-планов стартап-проектов Германии и заняла четвертое место – среди 1261 конкурента со всей страны. За это компания получила денежный приз и бесплатные годовые услуги по управленческому консалтингу от экспертов всемирно известной корпорации McKinsey & Company. Уже в 2002 году первые принтеры для песчаных литейных форм были проданы корпорациям BMW и Daimler.

На следующий, 2003 год произошли очень важные события. С одной стороны, успех был столь очевиден, что компания получила сторонние инвестиции – от венчурного фонда Bayern Kapital и Фонда стартовых капиталов Аугсбурга (Startkapital Fonds Augsburg). Более того, к ней присоединился Рудольф Франц (Rudolf Franz) – профессиональный инвестор, основатель инвестиционной компании Franz Industriebeteiligungen. С другой стороны, в 2003 году произошел раздел Generis: ее покинул Р.Хёшман, чтобы стать сооснователем фирмы-конкурента. А вместо Generis была официально создана компания voxeljet technology. Управляющим директором voxeljet стал д-р. Инго Эдерер (с 2013 года – исполнительный директор), а ее главным операционным директором – Рудольф Франц (с 2013 года – финансовый директор). Тогда же в voxeljet появилось новое направление – оказание услуг по изготовлению 3D-моделей и форм, из песка и пластика.

С тех пор началось динамичное развитие компании voxeljet. Успешно завершилась разработка технологии печати из пластикового материала – порошка полиметилметакрилата (PMMA). В 2005 году был продан первый крупноформатный принтер, позволявший работать с PMMA – VX800, через два года появилась новая модель VX500, а в 2011 году компания представила самый крупный 3D-принтер в отрасли – VX4000 (рабочая область 4×2×1 м) и продемонстрировала концепцию "непрерывной" 3D-печати. В 2010 году voxeljet сменила место дислокации и переехала в технопарк в Фридберг под Аугсбургом, в новый производственный комплекс площадью свыше 16 тыс. м².

В 2013 году компания сделала новый шаг и стала открытым акционерным обществом (voxeljet AG), после чего успешно провела первичное размещение акций на Нью-йоркской фондовой бирже.

В результате ее капитализация выросла на 64,5 млн. долл. Повторная эмиссия акций в 2014 году принесла компании еще 41,4 млн. долл. Тогда же в США под Детройтом был открыт филиал и сервис-центр Voxeljet of America.

В 2014 году оборот компании voxeljet составил 16,163 млн. евро, что на 38% больше, чем в 2013 году. Причем выручка от продаж принтеров составила 9,057 млн. евро, а услуги по изготовлению 3D-деталей были оказаны на 7,106 млн. евро. А ведь и до этого обороты компании росли со среднегодовыми темпами на уровне 30%. К концу 2013 года во всем мире было установлено 58 принтеров voxeljet, только в четвертом квартале 2014 года компания продала семь принтеров. По прогнозу исполнительного директора voxeljet И.Эдерера, в 2015 году обороты компании составят от 23 до 24 млн. евро. Согласимся, что это очень немало для фирмы, стартовавшей 15 лет назад с четырех сотрудников. А сегодня в voxeljet работают 125 специалистов, и развитие продолжается. Так в чем особенности технологии voxeljet, позволившей ей добиться столь впечатляющих результатов?

ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ voxeljet

Как и во многих других технологиях 3D-печати, детали формируются послойно. Проект в формате какой-либо стандартной системы проектирования (CAD) с помощью специального ПО расщепляется на слои заданной толщины. Эта информация уже передается в принтер, где начинается послойная печать.

Принципиальное отличие принтеров voxeljet – технология формирования слоев. Здесь используется склеивание порошков, а не спекание или печать жидкими полимерами, как во многих традиционных 3D-принтерах. Суть метода – на ровную поверхность наносится тонкий слой порошкового материала. А затем, за второй проход, в нужные места дозируется клей, связывающий частицы порошка. Клей полимеризуется на воздухе – при комнатной температуре или посредством ИК-нагрева. Далее операция повторяется – снова ровный слой порошка и слой клея – и т.д., пока не будет сформирован весь объект. Затем несклеенные частицы порошка просто высыплются, его излишки сдуваются (например, сжатым воздухом), очищаются и используются повторно.

Замечательная особенность такого метода – разнообразие используемых материалов. Сейчас компания применяет в основном мелкодисперсный кварцевый песок и полиметилметакрилаты (PMMA). Однако большое внимание уделяется



Рис.1. Принцип 3D-печати по технологии voxeljet

разработке новых материалов, таких как литейные смеси на основе циркониевых и хромитовых песков, РММА-пластмасс; карбида кремния; карбида вольфрама; древесной муки; цемента, керамики и т.д. – материалы могут быть самыми разными, здесь важно правильно подобрать клеевой компонент. Например, для склеивания РММА-порошков используются органические вещества, для кварцевых песков – специальные неорганические агенты. Причем вместо традиционных фурановых смол компания разработала специальное нелетучее соединение, не выделяющее вредных веществ при нагреве до температур плавления металла. Это очень важно в контексте стремления повышать экологичность производств. Совсем недавно voxeljet объявила о создании нового клеящего феноло-альдегидного полимера, который открывает большие возможности для печати не только песчаных форм, но и литейных форм из керамики.

3D-ПРИНТЕРЫ voxeljet

Изложенный принцип лежит в основе 3D-принтеров voxeljet. Основные части принтера – система нанесения порошка, печатающая каплеустройная головка со множеством форсунок для дозирования клея и короб с подвижным дном – рабочей плитой. В начале процесса плита поднята вверх. На ее поверхность с помощью ракеля ровным слоем наносится порошок (рис.1). При этом толщина слоя может составлять от 80 до 200 мкм для пластика и 300 мкм – для кварцевого песка. Затем головка-дозатор наносит клей, как в обычном плоттере. При этом возможно разрешение до 600 dpi (точек на дюйм), что эквивалентно 42,3×42,3 мкм – как в хорошем полиграфическом процессе. По мере нанесения каждого слоя порошок/клей плита опускается вниз ровно на толщину слоя, и все операции повторяются.

Сегодня voxeljet предлагает шесть различных моделей 3D-принтеров, которые позволяют печатать изделия размерами от 300×200×150 мм до 4000×2000×1000 мм, с производительностью от 0,7 до 123,0 литров в час (см. таблицу). Всех их объединяет не только технология печати, но и ориентация компании на создание надежного промышленного оборудования, которое отличает высокая производительность и точность.

Самым первым из продаваемых сегодня был принтер VX500, представленный в 2007 году (рис.2). Это компактная модель с размером рабочего пространства 500×400×300 мм обеспечивает возможность работы с различными материалами, с толщиной слоев до 80 мкм. Разрешение печати – 600 dpi, производительность – до 15 мм/ч по вертикали, то есть порядка 19 с на слой. Габариты такой установки (длина×ширина×высота) – 1,79×1,85×1,66 м, масса – 1,2 т.



Рис.2. Принтер VX500

Еще более компактна модель начального уровня VX200, с размером рабочего пространства 30×20×15 см (рис.3). Она позволяет работать со слоями толщиной 150 мкм, разрешение дозирующей головки – 300 dpi, производительность – 12 мм/ч (0,7 л/ч). Габариты установки – 1,7×0,9×1,5 м, масса – 450 кг. Хотя это и наиболее простая модель voxeljet, она была представлена одной из последних, в 2012 году. Поэтому в ней реализованы все технологии и возможности, характерные для более крупных установок, в том числе – надежность и качество. Сам факт создания такой установки говорит о стремлении компании быть

представленной в как можно большем диапазоне различных применений.

Размеры формируемых деталей ограничены габаритами короба. Увеличивать плиту-основание не просто – ведь толщина слоя порошка составляет от 80 до 300 мкм, при этом все перемещения должны быть очень прецизионными. Тем не менее, компания выпускает линейку принтеров с подвижными основаниями габаритами до 2×1 м и высотой короба до 1 м. Именно такими размерами рабочего короба отличается система VX2000 (рис.4). Чуть меньшее рабочее пространство – 1×0,6×0,5 м – у принтера VX1000 (рис.5). Оба этих принтера

3D-принтеры компании voxeljet

Модель	VX200	VX500	VXC800	VX1000	VX2000	VX4000
Год выпуска	2012	2007	2012	2011	2013	2011
Размеры рабочей зоны (длина × ширина × высота), мм	300×200×150	500×400×300	850×500×1500/2000	1060×600×500	2060×1060×1000	4000×2000×1000
Допустимая толщина слоя, мкм	150	80–150	300	100–300	120–400	120–300
Скорость печати (по вертикали), мм/ч	12	15	35	36	21,6	15,4
Расход материала, л/ч	0,7	3	18	23	47	123
Разрешение, dpi	300	600	600	600	200/600	600
Ширина головки, мм	21	112	112	112/450	520/564	1120
Число форсунок	256	2656	2656	2656/10624	4096/13280	26560
Габариты установки (длина × ширина × высота), м	1,7×0,9×1,5	1,8×1,8×1,7	4×2,8×2,2	2,4×2,8×2	4,9×2,5×2,3	19,5×7×3,8
Масса, кг	450	1200	2500	3500	5000	–
Требуемое производственное пространство, м	3×2,5×2	3×4×2,2	4,8×4×3	4,4×7,9×3	15×11×3,5	25×14×4,8



Рис.3. Принтер начального уровня VX200

оснащены сменными коробами, которые можно просто подвезти на автопогрузчике. При этом модель VX1000 может комплектоваться специальной печатающей головкой шириной 450 мм с 10 624 индивидуально контролируемые форсунками. Это позволяет печатать один слой всего за два прохода (со скоростью 40 см/с), обеспечивая тем самым производительность до 36 мм/ч (23 л/ч).

Модель VX2000 – самый новый принтер voxeljet. Его рабочее пространство – 2060×1060×1000 мм, габариты – 4,9×2,5×2,3 м, масса – 5 т. Как и VX1000, это серьезная промышленная установка, предназначенная для непрерывной круглосуточной эксплуатации. Ее производительность составляет 21,6 мм/ч (47 л/ч), толщины слоев – от 200 до 400 мкм.

В 2011 году компания voxeljet представила систему VX4000 (рис.6) с габаритами плиты 4×2 м



Рис.4. Принтер VX2000. На переднем плане – сменный рабочий короб



Рис.5. Принтер VX1000

и с допустимой высотой детали до 1 м. Это самый большой промышленный 3D-принтер в мире, с объемом рабочего поля 8 м³. Однако конструкция этого принтера отличается от других моделей. В нем плита неподвижна, а головка перемещается по вертикали. Причем головка также уникальна. При ширине 112 см она оснащена 26 560 соплами для нанесения клея и обеспечивает разрешение до 600 dpi при скорости перемещения 50 см/с – слой печатается за два прохода головки. При этом производительность принтера достигает 15,4 мм/ч (123 л/ч). Сам по себе принтер обладает внушительными габаритами – 19,5×7×3,8 м, по сути, это отдельный производственный комплекс. Но и задачи он позволяет решать очень серьезные.

В 2012 году компания представила еще один принтер с новой, революционной технологией "непрерывной" печати – систему VXC800 (рис.7). Он позволяет производить объекты теоретически безграничной длины. Система так и называется – "непрерывный" принтер. В нем печатаемый слой расположен не горизонтально, а под углом. Первый слой наносится на наклонную плиту, установленную на конвейере. Угол наклона плиты подобран так, чтобы порошок с нее не осыпался. Затем конвейер подается на шаг (соответствующий толщине слоя в 300 мкм) вперед, и процесс повторяется сколько угодно долго. Понятно, что плита нужна только в самом начале процесса, далее наклонная поверхность каждый раз формируется системой нанесения порошка. Такой способ позволяет печатать детали непрерывно – на одном конце принтера начинается формирование заготовок, на выходе рабочей камеры порошок осыпается, и с конвейера сходят готовые детали. Размеры рабочей камеры



Рис.6. Система VX4000

принтера 58×50 см, возможная высота – 1,5 или 2 м. Понятно, что эти габариты не ограничивают длину – теоретически можно печатать сколь угодно длинный образец, лишь бы хватило размеров транспортера и цеха. При этом разрешение печати – 600 dpi, толщина слоя – 300 мкм, производительность – 35 мм/ч (18 л/ч). Очевидно, что при всей кажущейся простоте, при создании системы VXC800 пришлось решить немало сложных инженерных задач, например – обеспечить прецизионное управление конвейером.

Таким образом, компания создала линейку принтеров, перекрывающих широчайший спектр задач. Причем заложенная в них технология позволяет создавать объекты, недоступные для иных методов. Например, можно изготовить две детали, вложенные одна в другую, но никак не связанные – например, шар внутри полой сферы, два узла с неразъемным шарнирным соединением и т.п. Более того, в одном коробе можно изготавливать сразу много

деталей – как одинаковых, так и совершенно различных. Специальная программа помогает плотно расположить детали в объеме короба, с допустимыми зазорами до 2 мм. Это очень существенно повышает быстродействие установок voxeljet и делает их номинальную производительность (в мм/ч) вполне реальной. Например, в коробе принтера VX500 можно разместить 484 детали с габаритами 115×34×30 мм (рис.8, 9). Принтер VX1000 позволяет за один цикл – всего за 23 ч – напечатать 780 заготовок для прессформ двухтактного двигателя! И подобных примеров немало. Поэтому большие рабочие пространства принтеров voxeljet – это не только крупногабаритные детали, но и высокая производительность, фактически непрерывное серийное производство.

УСЛУГИ ПРОИЗВОДСТВА ТРЕХМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ: БЫСТРО И НЕДОРОГО

Компания voxeljet не только производит принтеры, но и продолжает выпускать трехмерные



Рис.7. Принтер непрерывной печати VXC800

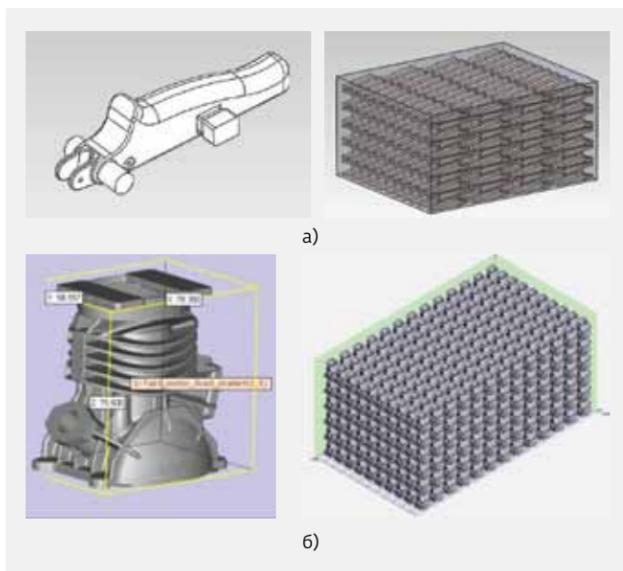


Рис.8. Пример плотной упаковки в пространстве короба различных деталей: а) 484 детали с габаритами 115×34×30 мм в коробе принтера VX500, б) 780 деталей (78,3×58,6×75,5 мм) в коробе принтера VX1000

детали на заказ, то есть выступает контрактным производителем. При этом в качестве материалов

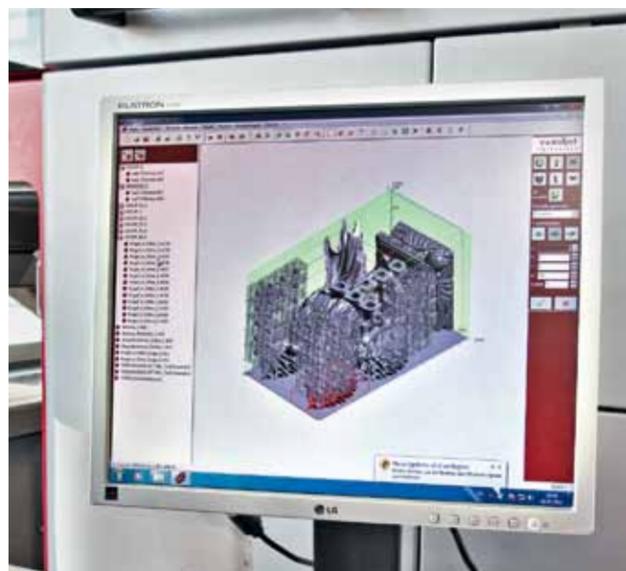


Рис.9. Программа плотного размещения деталей в коробе

используются PMMA-пластики с различными красителями и песок (кварцевый, циркониевый, хромитовый и т.д.). Крупногабаритное оборудование voxeljet обеспечивает две уникальные на рынке характеристики – крупные размеры деталей



Рис.10. Все это напечатано на принтерах voxeljet



Рис.11. Пластиковая модель 1:3 легендарного автомобиля Джеймса Бонда Aston Martin DB5 для фильма "007. Координаты: "Скайфолл", напечатанная на VX1000

и/или высокую производительность при приемлемой стоимости и высоком качестве. Иными словами, компания обеспечивает скорость выполнения заказов и гибкость, характерную для 3D-печати, но при этом цена на услуги соответствует традиционным технологиям, если такая альтернатива вообще есть.

Неудивительно, что среди заказчиков voxeljet – представители самых разных направлений. Это и архитектурные модели различных сооружений, и готовые архитектурные детали зданий (капители колонн, украшения фронтонов и т.п.), различные дизайнерские решения (кресла, люстры, даже сантехника), статуэтки известных людей, киногероев и т.п. (рис.10). Предмет особой гордости компании – именно ей была заказана модель (в масштабе 1:3) легендарного автомобиля Джеймса Бонда Aston Martin DB5 для съемок одного из самых успешных фильмов бондианы "007. Координаты: "Скайфолл". Однако в центре внимания voxeljet остается изготовление литейных форм – для чугуна, а также стальных, алюминиевых и медных сплавов. Поэтому расскажем о них подробнее.

ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ voxeljet ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Наиболее массовая технология металлического литья основана на применении песчаных форм. Эти формы изготавливаются из специальных песчаных литейных смесей. Технология изготовления таких форм трудоемка и плохо поддается автоматизации. Как модели для таких форм, так и сами процессы формовки сложны, требуют ручного труда, зачастую сложные формы собираются из многих деталей, отдельно в них монтируются литейные стержни, литники и т.д. Собственно, над этой проблемой и начинали работать более 20 лет назад создатели компании voxeljet. Технология 3D-печати из мелкодисперсного песка, с неорганическими клеящими агентами оказалась практически идеальным решением. Компания по заказам клиентов выпускает песчаные литейные формы, причем сразу с интегрированной системой литников, для самых разных применений (рис.12). В основном заказчиками выступают изготовители



Рис.12. Отливка на основе песчаных литейных форм, напечатанных на 3D-принтере voxeljet



Рис.13. Образцы изделий, литейные формы для которых напечатаны на 3D-принтере voxeljet – от сложной дизайнерской конструкции и дизайнерского алюминиевого кресла до узлов двигателей

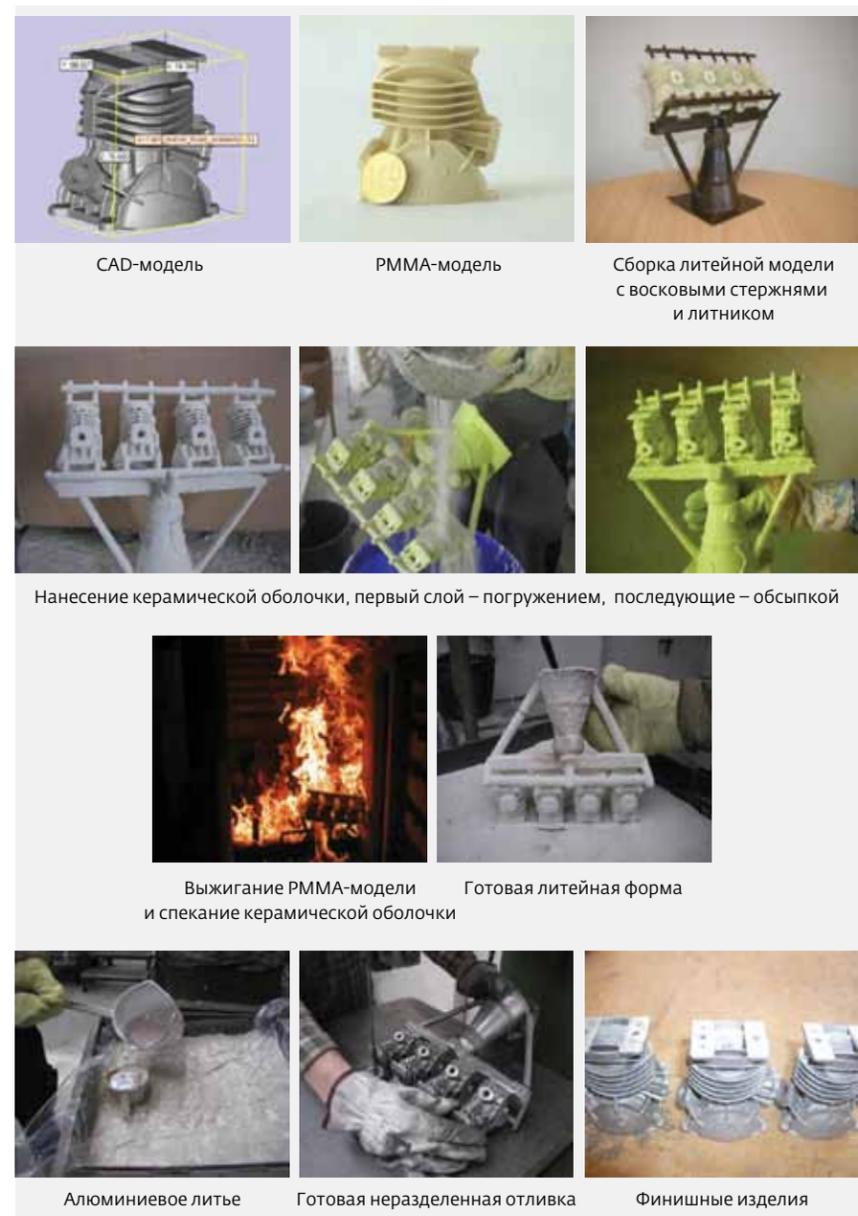


Рис.14. Процесс литья в корковые формы по выжигаемым моделям

двигателей и силовых агрегатов. Производятся пресс-формы для блоков цилиндров судовых дизелей, кожухов мощных насосов (массой до 800 кг), крыльчаток радиально-осевых турбин, литейные стержни для рубашек водяных радиаторов и т.д. (рис.13). Конечно, такие формы – одноразовые, однако voxeljet выпускает их в промышленных масштабах, что оказывается дешевле, качественнее и быстрее традиционных подходов.

Другой массовый вид металлического литья, прежде всего – точного, это литье в корковые (оболочковые) формы по выплавляемым или выжигаемым моделям. Такой метод используется в основном для деталей сложной формы. Его суть – изготавливается точная мастер-модель детали (из дерева, гипса и других легко обрабатываемых материалов), по мастер-модели делают матрицу – пресс-форму для выплавляемой модели. Ее тщательно обрабатывают, полируют поверхность. Такая пресс-форма используется для изготовления выплавляемых моделей из воска, парафина или полимерных легкоплавких вспенивающихся материалов (как правило, из полистирола). Готовую модель, к которой добавляется система литников, погружают в жидкую формовочную смесь (керамическая суспензия) и высушивают.

Внутреннюю модель выплавляют горячей водой, форму помещают в печь, где происходит спекание керамики и удаление органических остатков модели, остужают – форма для точного литья готова.

Аналогичная технология используется и компанией voxeljet, только в гораздо более простом варианте (рис.14). На 3D-принтере из PMMA-порошка сразу изготавливается модель (мастер-модель не нужна). Чтобы добиться идеально гладкой поверхности, она погружается в расплавленный воск и/или покрывается эпоксидной смолой. Далее, как и в классической технологии, модель погружается в жидкую формовочную смесь и/или обсыпается формовочной смесью, которая спекается в печи при температуре порядка 800 °С. При этом PMMA-модель выгорает без остатка – образуется готовая оболочечная форма для точного литья. Такая технология используется, например, для отливки головок блоков цилиндров, крыльчатки турбин и т.д.

Казалось бы, проблемы литья деталей силовых установок достаточно далеки от электроники. Но автомобильная промышленность, двигателестроение в целом – это лишь пример массового производства. И решения voxeljet уже доказали свою эффективность в такого рода задачах. В сфере создания радиоэлектронных систем немало проблем, связанных с массовым производством сложных конструкций – как серийных, так и на уровне единичных образцов и опытных партий. Не говоря уже о том, что электроника – область не самодостаточная, любой электронный блок нужно вставить в какую-либо конструкцию – будь то сотовый телефон, самолет или фазированная антенная решетка. И поэтому передовые промышленные технологии создания сложных конструкций, в том числе литейных, крайне важны для электронной индустрии. Особенно актуальными решения voxeljet могут оказаться в сочетании с другими технологиями, например – технологиями непосредственного формирования схем на трехмерных поверхностях (например, 3D-MID). И здесь возможности точной и высокотехнологичной отливки могут оказаться крайне востребованными.

О развитии бизнеса voxeljet, в том числе – в России, мы попросили рассказать Тобиаса Кинга (Tobias King), директора компании по приложениям и планированию.



Тобиас Кинг

Тобиас, в каких областях наиболее востребована продукция voxeljet?

Преимущества трехмерной печати по сравнению с традиционными методами производства заключаются прежде всего в снижении себестоимости. В свою очередь, это снижение обусловлено уменьшением числа технологических шагов, необходимых для создания того или иного изделия. И с ростом производительности принтеров, а значит – и возможности изготовления крупных партий деталей, эта тенденция лишь продолжится. Компания voxeljet концентрируется на промышленных применениях. Поэтому не удивительно, что среди наших заказчиков такие промышленные гиганты, как BMW, Daimler, Ford, MAN B&W Diesel и многие другие. Кроме того, voxeljet сотрудничает с авиапромышленностью, с энергетической отраслью, с тяжелым машиностроением, техническими университетами и т.д. В итоге, мы являемся одним из крупнейших поставщиков песчаных литейных в Европе, в месяц наши принтеры потребляют до 200 т песка. И это принципиально – у всех 3D-печать ассоциируется со штучным, а потому дорогим производством. Мы же можем за сутки, в одном цикле сделать 780 моделей для литейных форм одноцилиндровых двухтактных двигателей на принтере VX1000. Благодаря размерам и производительности нашего оборудования, мы оказываем услуги именно серийного производства.

Помимо массовых серийных заказов, к нам часто обращаются, если нужно изготовить какие-либо уникальные детали для замены. Например, крыльчатки турбин – они работают в установках по 50–60 лет, и зачастую никакой технологической документации, чертежей на них не сохранилось. А заменять их необходимо. Мы берем такую крыльчатку, сканируем ее в 3D-сканере, формируем CAD-проект и печатаем на 3D-принтере форму для отливки. И здесь проявляется другая особенность 3D-печати – время подготовки производства минимально и не требует серьезных затрат.

Перед нами открываются совершенно неожиданные рыночные ниши – например, изготовление реквизита для киноиндустрии. Три года назад к нам обратилась английская компания Propshop Modelmakers, производящая бутафорские модели. Им нужно было создать модель автомобиля Джеймса Бонда для фильма "007. Координаты: "Скайфолл". Ведь никакая компьютерная графика не заменит реалистичность сцен, где взрывается или врезается в стену настоящий автомобиль – или его модель. И наши технологии позволили кинопроизводителям сэкономить очень много денег. Причем на весь проект по печати модели автомобиля Aston Martin DB5, от получения заказа до отгрузки, у нас ушло всего пять дней. Из них собственно печать на принтере VX1000 заняла 25 ч. Есть и другие области кинопроизводства, где востребованы наши услуги. Например, сканируют актера, делают его 3D-модель, после чего подбирают одежду и т.п. В целом, это направление оказалось для нас столь интересным, что в начале 2014 года voxeljet приобрела компанию Propshop Modelmakers, теперь это voxeljet UK, наше дочернее предприятие в Великобритании.

У нас немало заказов из других областей, в частности, наши модели используются при разработке болидов для "Формулы-1". В сфере

архитектуры – это модели зданий, которые делаются из PMMA. Их можно осматривать со всех сторон и разделять на составные части. Из песчаных материалов выполняются копии статуй и архитектурных деталей. В медицине с помощью 3D-моделей занимаются планированием и подготовкой операций. В сфере потребительских продуктов 3D-печать очень полезна при изготовлении кресел, светильников и других предметов экзотической формы – перечислять можно долго. Недавно к нам обратились из FIFA, им нужно было сделать фигуры знаменитых футболистов в полный рост. Мы выполнили этот заказ. Потом фигуры раскрашиваются и могут использоваться в музеях восковых фигур по всему миру. Причем можно говорить о зарождении отдельного направления – по нескольким фотографиям человека с разных ракурсов можно построить его 3D-модель и напечатать на принтере.

Мы получаем запросы от самых разных заказчиков, перед нами открываются все новые и новые рынки. Продукция компании успешно распространяется во всем мире с помощью 35 партнеров-дистрибьюторов. Среди них – и наш российский дистрибьютор, компания Остек.

Какое направление бизнеса – производственные услуги или продажа оборудования – наиболее важны для бизнеса voxeljet?

Большую часть прибыли компания получает от продажи принтеров, но предоставление услуг для нас не менее важно, поскольку с этого обычно начинается сотрудничество с заказчиками. Кроме того, производственные услуги – это высококоротельный бизнес, выручку в этой сфере мы направляем на создание новых технологий и принтеров. А они, в свою очередь, позволяют предоставлять новые услуги. Так что два этих направления взаимосвязаны и взаимодополняют друг друга.

Каковы ваши планы по развитию бизнеса в России?

В России, как и во всем мире, мы следуем нашей бизнес-модели, предусматривающей развитие в двух направлениях – предоставление услуг и продажа установок. Сейчас мы контактируем с перспективными клиентами, демонстрируем возможности своих 3D-принтеров. Начинается все обычно с того, что клиенты заказывают определенные детали (такие заказчики в России уже есть), потом они начинают увеличивать объемы заказов и в конце концов дозревают до приобретения собственного принтера. Это наиболее эффективный путь, минимизирующий все риски.

Клиенты могут использовать только материалы, поставляемые voxeljet?

Конечно, нет. Материалы для изготовления деталей пользователи могут покупать самостоятельно, поскольку зачастую на месте это гораздо дешевле.

У voxeljet есть список порошков и клеев, которые проверены и одобрены к использованию для каждого конкретного 3D-принтера. Но, в принципе, спектр порошков и клеев может расширяться, просто каждый конкретный случай должен быть специально протестирован на конкретных устройствах компании voxeljet.

Мы всегда открыты для сотрудничества в плане разработки технологий для новых материалов. Даже если ко мне завтра придут и скажут: "Нужен принтер для шоколадного порошка", я отвечу: "Нет проблем, давайте начнем исследования и поиск клеевой субстанции на основе сахара". Причем тут также возможны два пути. Во-первых, клиент может приобрести небольшой недорогой принтер и экспериментировать на нем. Или же мы сами можем искать решение, адаптируемое для наших промышленных систем. Никаких ограничений тут нет, мы всегда открыты для сотрудничества. ●