

3D Systems – “ударник капиталистического труда”

Михаил Зленко, к.т.н. (“НАМИ”, Центр быстрого прототипирования, Москва)



Компания **3D Systems**, один из мировых лидеров в области производства оборудования для прототипирования (*Rapid Prototyping – RP*), в апреле 2005 года объявила о запуске в производство своей новой машины **Sinterstation Pro**.

Это *RP*-машина нового поколения, работающая по технологии послойного лазерного спекания (*Selective Laser Sintering – SLS*). Мы уже рассказывали об основных принципах послойного синтеза моделей с использованием различных технологий (*Observer #2/2003*), поэтому здесь остановимся на особенностях этой машины и её основных отличиях от аналогов.

Компания **3D Systems** изначально занималась развитием *SLA*-технологий – стереолитографией, и достигла здесь замечательных успехов. То, что в России первыми появились *RP*-машины именно этой фирмы, говорит о многом, поскольку основным (и на первых порах единственным) покупателем был российский ВПК, а там знают, что покупать. И по сей день *SLA*-машины фирмы **3D Systems** занимают в России лидирующие позиции. Однако менеджмент фирмы внимательно отслеживал тенденции на рынке *RP*-услуг и пристально изучал другие технологии прототипирования. Не остался незамеченным рост популярности *SLS*-технологий, которые в 1990-х годах представляли в основном две ведущие фирмы – **DTM** (США) и **EOS** (Германия). Результатом этого “изучения” стало поглощение фирмы **DTM**, и в 2002 году она вошла в состав **3D Systems**. И вот мы видим новую машину, из названия которой исчезла привычная аббревиатура **DTM**, зато аршинными буквами традиционно красного цвета начертано **3D Systems**.

Обладая некоторым опытом работы с *SLS*-машиной (в нашем центре установлена машина **Vanguard** – одна из последних модификаций **DTM**), мы имеем моральное право отметить, что, несмотря на замечательные технические характеристики и высокое качество получаемых моделей, **эта машина достаточно трудоемка в обслуживании**. При работе с ней необходимо обеспечить выполнение определенных требований по установке обслуживающего и сопутствующего оборудования. В частности, закладка нового картриджа (порошкового материала), извлечение построенных моделей и отработанного порошка сопряжено с необходимостью прямого контакта с мелкодисперсными пылевидными материалами. Очистка моделей от остатков порошка должна производиться в отдельном помещении, чтобы не заплязгать атмосферу, в которой работают *RP*-машины, так как их лазеры весьма чувствительны к чистоте окружающей среды.

Естественно, эта работа производится персоналом, облаченным в спецодежду и респираторы.

Есть и более серьезный недостаток (причем, до недавнего времени общий для всех *SLS*-машин, поэтому его можно считать “особенностью”) – это необходимость ждать, пока рабочая камера остынет, и можно будет извлечь модель (иначе модель покоробится!). При этом, время ожидания сопоставимо со временем построения модели...

Еще одной неудобной особенностью является то, что необходимо постоянно следить за наличием на складе баллонов с азотом. Напомню, что рабочий процесс в камере построения модели происходит в инертной среде (иначе порошок может воспламениться от теплового воздействия лазерного луча). В качестве наполнителя этой среды используется азот. А его нужно заказывать на заводе, покупать баллоны, следить за их техническим состоянием, возить туда-сюда и, само собой разумеется, – платить и за азот, и за доставку. Из-за “особенности национального производства”, бывали случаи, когда нужно было срочно сделать работу, а баллон с азотом оказывался заполненным воздухом или вообще не заправленным. Конечно, приноровиться можно – но неудобно.

Кроме того (это уже технологическая специфика), при каждом последующем запуске машины “старый” порошок нужно перемешивать с “новым” в определенной пропорции. Это делается, чтобы, с одной стороны, поддерживать высокое качество построения



Рис. 1. *RP*-машина Sinterstation Pro

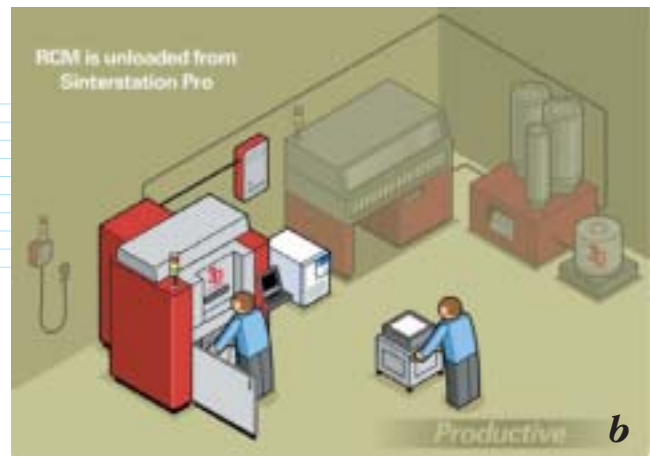
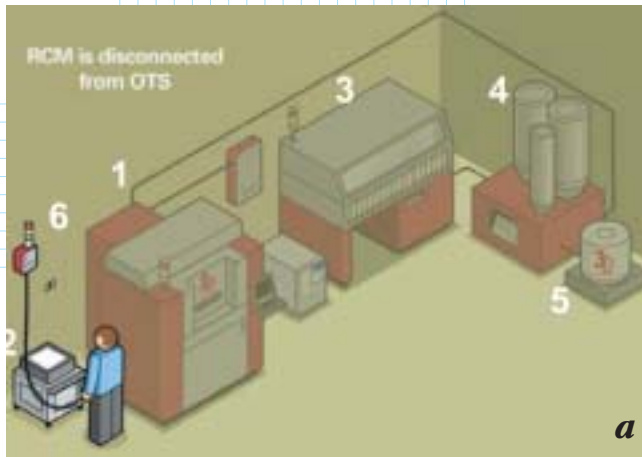


Рис. 2. Подготовка к работе, установка сменных модулей:
 а – модуль RCM отключен от OTS; б – модуль RCM выгружен из Sinterstation Pro

модели, а с другой – минимизировать расход материала, ибо каждый раз закладывать новый картридж очень накладно – как-никак, цена достигает почти 100 евро за килограмм. Перемешивание тоже производится вручную и в не совсем комфортных условиях...

Ну и последнее, что, в общем-то, и недостатком считать нельзя, так – замечание. Наблюдается своеобразный психологический эффект: от такой могучей по виду машины, как DTM, ожидаешь большего. А её зона построения относительно невелика – $360 \times 320 \times 440 \text{ mm}$ (здесь и далее размеры указаны в формате: длина \times ширина \times высота). Всё время ловишь себя на мысли, что рабочего объема “чуть-чуть” не хватает.

Что касается Sinterstation Pro (рис. 1), то, конечно, объем рабочей зоны новой машины впечатляет. Она имеет две модификации сменного рабочего модуля – RCM 140 и RCM 230. Размер зоны построения модели у второй из них – $550 \times 550 \times 750 \text{ mm}$, что на 50% больше, чем у существующих аналогов. В модификации RCM 140 высота построения несколько меньше – 460 mm .

Однако, не это является главной “фишкой”. Главное – “забота о человеке”, “улучшение условий труда” и, конечно же, “увеличение производительности” –

знакомые многим с детства лозунги социалистического соревнования. Вот по этим показателям фирме 3D Systems следовало бы присвоить звание “Ударника”, правда, капиталистического труда...

Теперь SLS-машина Sinterstation Pro – это не просто RP-установка с набором приспособлений, а единый технологический замкнутый комплекс, соответствующий всем мыслимым, а для нас пока и немислимым, требованиям по безопасности, удобству работы и эффективности. В этот комплекс (рис. 2) входят:

- собственно RP-машина (поз. 1);
- сменный модуль – RCM 140 или RCM 230 (поз. 2);
- камера очистки (Break-out-Station – BOS) (поз. 3);
- камера рециклирования (Integrated Recycling Station – IRS) (поз. 4);
- емкость со свежим материалом или “умный” картридж (Intelligent Powder Cartridge – IPC) (поз. 5);
- автономный теплообменник (Offline Thermal Station – OTS), осуществляющий предварительный прогрев сменного модуля и его управляемое охлаждение (поз. 6).

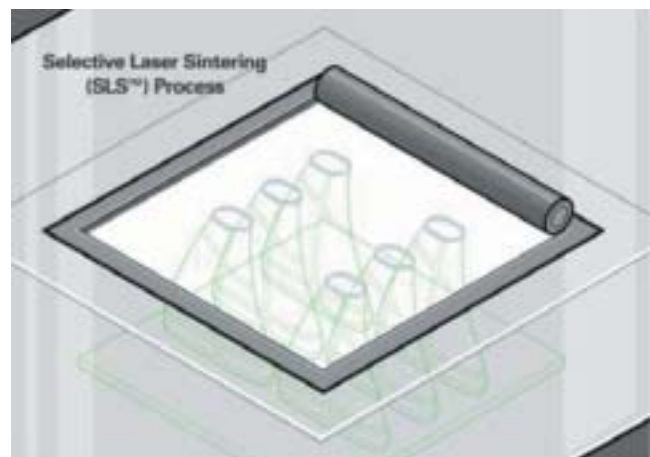
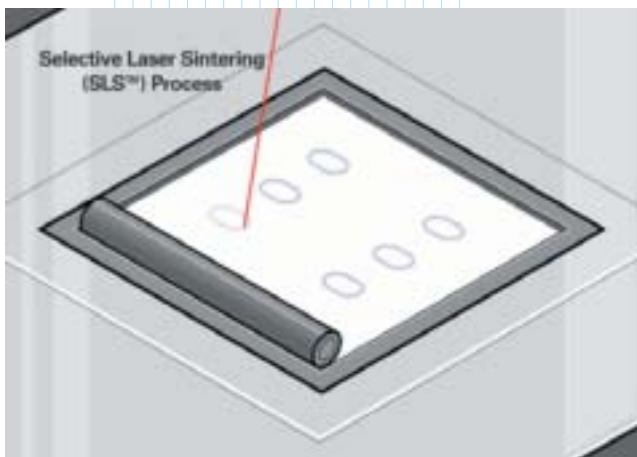


Рис. 3. Послойное построение модели по STL-файлу

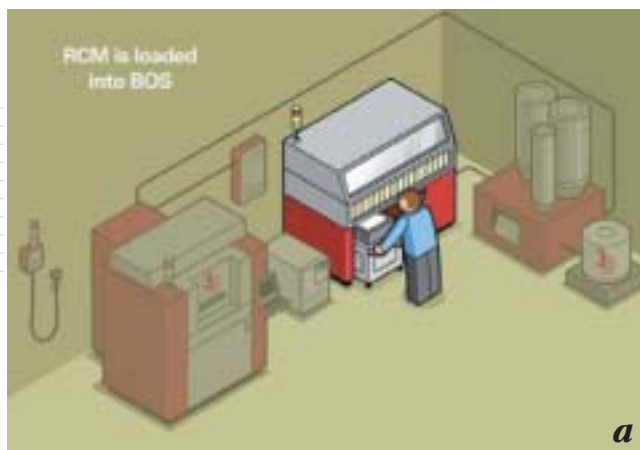


Рис. 4. Очистка и извлечение модели:
a – модуль RCM загружен в BOS; *b* – извлечение детали

В общих чертах технологический процесс складывается из четырех этапов:

1 Оператор отключает предварительно “прогретый” сменный модуль RCM от системы теплообмена (OTS) и устанавливает его в RP-машину. При этом другой модуль RCM подключается к OST и готовится к работе (рис. 2).

2 В RP-машине производится послойное построение модели методом лазерного спекания (рис. 3).

3 После завершения построения сменный рабочий модуль снова подключается к системе OST – теперь уже для охлаждения, и затем перемещается в камеру очистки BOS. Отработанный порошок автоматически удаляется, готовая модель извлекается из камеры (рис. 4). В это время RP-машина работает с другим RCM-модулем и строит следующую модель.

4 Отработанный порошок автоматически подается в камеру IPS, где происходит подготовка новой порции для построения следующей модели. Часть порошка удаляется из камеры и идет “на выброс”, замещаясь свежим порошком из емкости IPC. Затем, по системе трубопроводов новая порция подготовленной смеси автоматически подается в RP-машину (рис. 5).

Преимущества нового комплекса

Итак, на первый взгляд, ничего нового вроде бы нет – всё тот же SLS-процесс. Однако, на самом деле отличия имеются:

✓ Производительность RP-машины возрастает как минимум вдвое – и не столько за счет больших размеров зоны построения, сколько за счет сокращения времени вынужденного (для охлаждения) простоя.

✓ Оператор практически не контактирует с порошком, так как все операции с ним делаются автоматически в герметично замкнутой системе. Исключаются ошибки оператора, связанные с заменой порошка и поддержанием нужного соотношения свежего и отработанного материала.

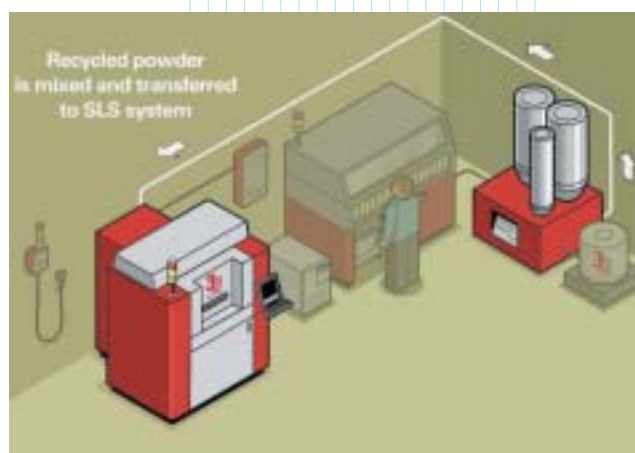


Рис. 5. Подача новой “дозы” порошка для следующего построения

✓ Нет нужды в баллонах с газом. Азот выделяется из воздуха с помощью специальной установки, интегрированной в RP-машину.

Добавим к этому существенное сокращение производственной площади, необходимой для размещения и обслуживания оборудования.

Как видим, преимуществ настолько много, и они настолько значимы, что можно говорить именно о новом поколении SLS-машин.

Есть, правда, и один недостаток, и весьма существенный – переход с одного материала на другой (например, с полиамида на полистирол) займет значительно больше времени, чем это было при работе с машинами DTM и Vanguard. Придется чистить всю систему – не только собственно RP-машину, но и все коммуникации. Ну что ж, за всё нужно платить...

Кстати, о стоимости. Конечно, система стала дороже. Базовая цена комплекса Sinterstation Pro составляет порядка 750 000 евро. Однако, если принять во внимание увеличение производительности SLS-процесса и снижение трудоемкости обслуживания, то в итоге окажется, что стоимость изготовления моделей снижается на 20÷30%. ☺