

European Commission  
**TEMPUS**

*The technological processes of production of dispensable patterns, sand molds and cores on three-dimensional printers are considered.*

И. Ю. ГЕЦМАН, И. М. ЗАЯЦ, БНТУ

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент В. Ф. ОДИНОЧКО, БНТУ

УДК 693.22

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

В современном литейном производстве информационные технологии широко применяются для моделирования процессов заливки форм. При этом используют 3D-модели отливок вместе с литниковыми системами и компьютерные программы. При наличии существующих деталей для получения трехмерных моделей применяют оптические системы оцифровки. Системы оцифровки очень удобно использовать в ремонтных целях, так как это позволяет экономить время на изготовление деталей. Примером системы оптической оцифровки и измерений может служить аппаратура фирмы ATOS [1] (рис. 1).

Кроме моделирования процессов заливки форм и оцифровки деталей, информационные технологии применяют для изготовления выплавляемых (выжигаемых) моделей, а также для изготовления стержней и форм.

По традиционной технологии выплавляемые модели изготавливают в пресс-формах. Модели обычно изготавливают из составов, состоящих из нескольких легкоплавких компонентов, таких, как,

например, парафин, стеарин и т. д. Цикл изготовления пресс-формы может занимать до 3 месяцев, в зависимости от сложности, количества мест, габаритов и принятой схемы технологического процесса. Сложные модели изготавливают склеиванием из нескольких частей, для каждой из которых делается своя пресс-форма, что является достаточно длительным и трудоемким процессом.

Для изготовления опытных образцов, единичных деталей, малых серий отливок разработана технология изготовления выплавляемых (выжигаемых) моделей без использования оснастки на трехмерных принтерах, например, таких фирм, как 3D System и Voxeljet [2].

В качестве модельного материала в трехмерных принтерах используют акриловые фотополимеры, пенополистерол, но чаще всего литейный воск. Литейный воск используется для непосредственного выращивания восковой модели и дальнейшего получения металлической отливки методом литья по выплавляемым моделям или в гипсо-керамические формы. Современные машины серии ProJet 3000 компании 3DSystems имеют возможность работы на двух модельных материалах – литейном воске и акриловом фотополимере [2].

Построение моделей выполняется последовательным формированием слоев с помощью наносущей головки, имеющей ряд сопел. Через каждое сопло по необходимости выделяется материал. Головка движется вперед и назад по оси  $X$ , как в обычном принтере. При этом происходит послойное изготовление детали. После окончания построения слоев модель отводится от головки по оси  $Z$  на толщину слоя. Если модель шире печатающей головки, то производится дополнительное



Рис. 1

Таблица 1. Технические характеристики трехмерных принтеров Voxeljet

Модель	Voxeljet VX500	Voxeljet VX800	Voxeljet VX4000
Максимальный размер построения, мм <sup>3</sup>	500×400×300	850×450×500	4000×2000×1000
Толщина слоя, мм	0,1–0,2		0,12
Разрешение	250 точек на дюйм		42,3×42,3 мкм
Скорость построения, мм/ч	12–48	12–36	6,5
Точность, %; мм	0,3; минимум ±0,1		
Формат САD-данных	STL		
Материал построения	Модифицированное акриловое стекло (PMMA)		

поперечное перемещение детали по оси *Y*. Головка непрерывно формирует слои модели до завершения построения, осуществляя быстрое наращивание материала. Благодаря растровому принципу процесса построения время изготовления модели не зависит от ее сложности, а определяется только ее габаритами. После окончания процесса построения элементы конструкции извлекаются из оборудования, а несвязанный полимерный порошок удаляется пылесосом и затем повторно используется.

Технические характеристики трехмерных принтеров Voxeljet [2] приведены в табл. 1.

По традиционной технологии для изготовления песчаных форм и стержней применяются модельная оснастка и стержневые ящики из алюминиевых сплавов, чугуна (стали), пластмасс или дерева. На изготовление модельной оснастки и стержневых ящиков затрачивается до 3 месяцев. Внести какие-либо изменения в готовом комплекте оснастки при необходимости бывает затруднительно. Изменение оснастки приводит к дополнительным расходам трудовых, энерго- и материальных ресурсов, а зачастую бывает и просто невозможно. Оснастку приходится изготавливать заново.

Для изготовления песчаных литейных форм и стержней с использованием трехмерных принте-

ров применяют оборудование различных фирм. Одной из них является ProMETAL GmbH [3].

Технология последовательного изготовления песчаных литейных форм и стержней на трехмерных принтерах (рис. 2) по САD-чертежам заключается в послойном нанесении песка, предварительно смешанного с отвердителем (компонент А), и добавлении в нужных местах смолы (компонент В) с помощью многоструйной печатающей головки. Несвязанный песок в последующем удаляется пылесосом и используется повторно. Данная технология полностью совместима с технологией литья в разовые формы и позволяет изготавливать формы и стержни любой сложности за очень короткое время. При этом применяются формовочные пески и смолы, которые обычно используются в литейной промышленности.

Формы и стержни, изготовленные на трехмерных принтерах, обладают высоким качеством и точностью.

Технические характеристики трехмерного принтера фирмы ProMETAL GmbH [3] приведены в табл. 2.

Технология изготовления выплавляемых (выжигаемых) моделей, песчаных форм и стержней на трехмерных принтерах является дорогостоящей

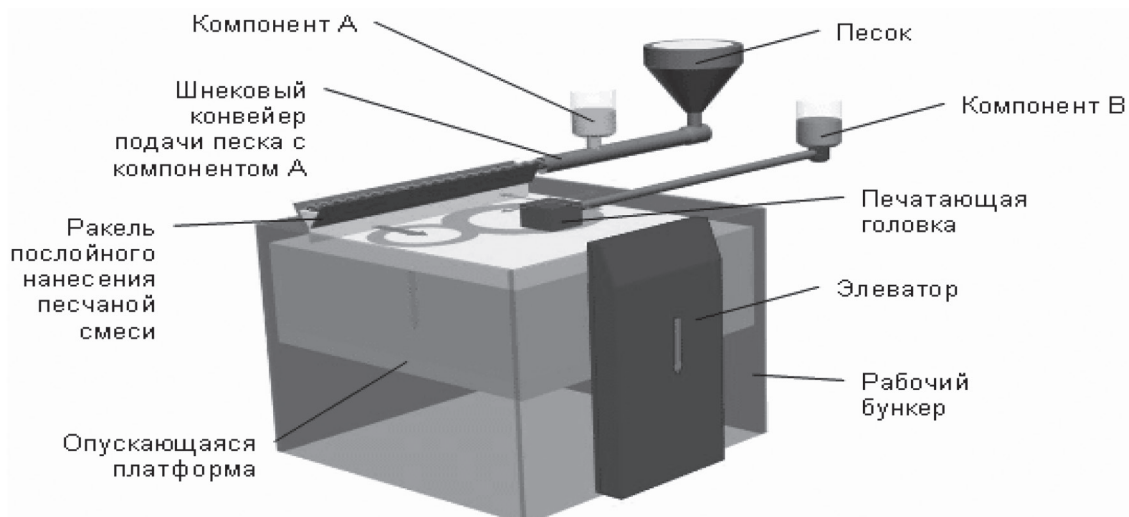


Рис. 2

Т а б л и ц а 2. Технические данные трехмерного принтера фирмы ProMETAL GmbH

Размеры изготавливаемых форм, мм	1500 × 750 × 700
Толщина слоя, мм	0,15–0,4
Разрешающая способность	мин. 0,2 мм
Точность, % (мм)	0,1 (~±0,2)
Скорость изготовления	14 – 20 мм общей высоты в ч/15 000 см/ч
Прочность, Н/см	> 300
Внешние размеры (длина, ширина, высота), мм	3113 × 3354 × 2164
Масса, кг	4500
Питание	220/380 В 3 фазы x 16 А, 5 кВт
Интерфейс данных	STL, CLI

для массового и серийного производств. Данную технологию используют в единичном, мелкосерийном производстве, а также для создания экспериментальных образцов.

### Литература

1. Оптическая система оцифровки, <http://www.mcp.by/equipment?id=28>.
2. Изготовление выплавляемых моделей на 3D-принтерах, <http://www.mcp.by/technology/?id=13>.
3. Изготовление песчаных форм и стержней на 3D-принтерах, <http://www.mcp.by/technology/?id=11>.