

Студенты: гр.10404118 Мисюк А.Н., Мисюк И.Н.

Научный руководитель – Ровин С.Л.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Использование аддитивных технологий в литейном производстве позволяет «выращивать» литейные модели и формы, которые чрезвычайно сложно, а иногда и невозможно изготовить традиционными способами, а также значительно сокращает сроки изготовления модельной оснастки и пилотной отливки.

Аддитивные технологии произвели кардинальные изменения в литейном производстве, что особенно проявилось при изготовлении уникальных отливок в единичных экземплярах для авиационной и аэрокосмической промышленности, атомной индустрии, медицины и других отраслей, где характерным является мелкосерийное, штучное производство.

Применение методов получения литейных форм и моделей за счет технологий послойного синтеза позволило радикально сократить время создания новой продукции.

Литейные модели могут быть «выращены» из следующих материалов:

1. Специальный пластик (FDM-печать наплавлением);
2. Порошковые полимеры (SLS - технология);
3. Фотополимерные композиции (технологии Quick-Cast или Multi Jet).

Полистирольные модели изготавливаются на 3-d-машинах, работающих по SLS-технологии. Полистирольный порошок с размером частиц 50-150 мкм наносится специальным роликом на рабочую платформу, установленную в герметичной камере с атмосферой инертного газа – азота. Лазерный луч «пробегают» там, где компьютер «видит» в данном сечении САД-модели «тело», как бы «заштриховывая» сечение детали. Под воздействием тепла лазерного луча происходит спекание частичек полистирола (рабочая температура около 120°C). Затем платформа опускается на 0,1-0,2 мм, и новая порция порошка наносится поверх отвержденного – формируется новый слой, который также спекается с предыдущим. Процесс повторяется до полного построения модели, которая в конце процесса оказывается заключенной в массив неспеченного порошка. Далее модель извлекают из машины и очищают от порошка.

Преимущество данной технологии – отсутствие поддержек, поскольку во время построения модель и все её строящиеся слои удерживаются массивом порошка. Недостатки:

- процесс спекания порошка – тепловой процесс, характеризующийся неравномерностью распределения тепла по рабочей камере и массиву материала, короблением вследствие температурных деформаций;

- в результате того, что порошок полистирола не сплавляется, а спекается, структура модели пористая, похожая на структуру пенопласта.

Имеющиеся на рынке машины фирм 3D Systems и EOS позволяют строить достаточно крупные модели размерами до 550x550x750 мм без необходимости склейки отдельных фрагментов, что повышает точность отливки, особенно вакуумного литья. При этом возможна высокая детализация построения моделей: могут быть построены поверхностные элементы (номера деталей, условные знаки, надписи и пр.) с толщиной фрагментов до 0,6 мм; гарантированная толщина стенки модели – до 1,5 мм.

Еще один вариант изготовления выжигаемых синтез-моделей предлагает компания Voxeljet Technology (Германия), в принтерах которой Ink-Jet в качестве модельного материала используется порошковый акриловый полимер. Жидкий связующий состав впрыскивается через многосопловую головку и связывает основной модельный материал в соответствии с параметрами текущего горизонтального сечения САД-модели. Машины Voxeljet позиционируются как более производительные и дешевые альтернативы машинам 3D Systems и EOS. Преимущество технологии – процесс построения

модели ведется при комнатной температуре, что снижает риск тепловых деформаций, характерных для SLS-технологии.

«Выращивание» литейной формовочной оснастки из порошкового полиамида:

Полиамидные модели достаточно прочные и во многих случаях позволяют воспроизвести прототип максимально близко к конечному изделию. Модель «выращивают», так же, как и полистирольную. При этом по возможности делают её полой с минимально возможной толщиной стенок. Затем, если это необходимо, полость модели для придания прочности и жесткости заполняют эпоксидной смолой.

Синтез-модели из светочувствительных смол.

Суть технологии заключается в использовании специальных светочувствительных смол, которые отверждаются избирательно и послойно в местах подвода по заданной программе луча света. Наибольшее распространение получили следующие технологии:

- SLA технология – последовательное «пробегание» лазерного луча по всей поверхности формируемого слоя там, где в сечении «тело» модели;

- Poly-Jet технология – отверждение производится лучом в виде линии в процессе формирования слоя за счет излучения от управляемой ультрафиолетовой лампы;

- DLP технология – засветка всего слоя одновременно за счет создания так называемой маски – «фотографии» текущего сечения CAD-модели.

Quick-Cast-модели – модели для «быстрого литья», по которым, по аналогии с восковыми моделями, могут быть быстро получены металлические отливки. Они имеют сотовую структуру массива: внешние и внутренние поверхности выполняются сплошными, а само тело формируют в виде набора сот.

MJM технология используется для получения воскоподобных синтез-моделей для последующего литья по выплавляемым моделям. Модели строят на 3D-принтерах с использованием специального модельного материала, в состав которого входит светочувствительная смола. Материал многоструйной головкой послойно наносится на поверхность рабочей платформы и отверждается за счет облучения ультрафиолетовой лампой.

«Выращивание» песчаных форм:

1. Технология послойного спекания плакированного песка лазерным лучом — это разновидность SLS-технологии, разработанная фирмой EOS. Различие состоит в том, что в качестве модельного материала используется литейный (силикатный или циркониевый) предварительно плакированный полимером песок. При построении модели в АМ-машине тепловое воздействие лазера приводит к расплавлению связующего, и частички песка «склеиваются». После спекания получается «грин-модель» – литейный стержень или форма (рисунок 1).

2. Технология фирмы ExOne технология послойного нанесения связующего состава, или Ink-Jet технология. Она отличается от MJM-технологии тем, что на рабочую платформу впрыскивается сначала связующий состав, а уже затем наносится огнеупорный наполнитель.



*a*



*б*

Рисунок 1 - 3d-принтер (*a*) для литейных форм из плакированных смесей и напечатанная форма (*б*)