

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЯМОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

*Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь*

Изготовление масштабных макетов, легко разрушаемых прототипов и деталей машин из композиционных материалов с рабочими поверхностями сложного профиля прямым “выращиванием” без использования дорогостоящей формообразующей оснастки, сокращая стадии технологической подготовки производства, наилучшим образом удовлетворяет требованию снижения материальных и трудовых затрат.

Сущность большинства применяемых технологий прямого выращивания заключается в быстром переводе тонкого слоя жидкого или плавкого порошкообразного сырья в твердое, сохраняющее форму состояние и послойном синтезе изделия. Такой перевод осуществляется обычно лазерным излучением или плазменными потоками, при этом движение луча или концентрированного потока управляется по программе. В качестве сырья в настоящее время при послойном синтезе широко используются металлические порошки и порошки керамики с металлическими связующими.

Изучение сущности и особенностей методов получения деталей машин без формообразующей оснастки, сравнение их преимуществ и недостатков, определение областей рационального применения синтезируемых изделий позволили классифицировать процессы быстрого прототипирования и производства, выделить основные направления развития методов послойного синтеза с сопутствующей сборкой деталей машин (рис. 1) [1, 2].

Так как существующие технологии прямого выращивания деталей реализуются только для определенных материалов и формируют плоские непротяженные поверхностные слои, перспективным представляется использование новых конструкционных материалов, в том числе композиционных, слоистых, с заданным формируемым градиентом свойств. Это требует применения новых технологий формообразования слоев и сборки изделий, использующих для изменения свойств материала различные концентрированные источники энергии, что в свою очередь ставит задачи распределения потоков энергии не только по заданному контуру или поверхности, но и по глубине, плотности распределения и по форме импульса энергии в целом.

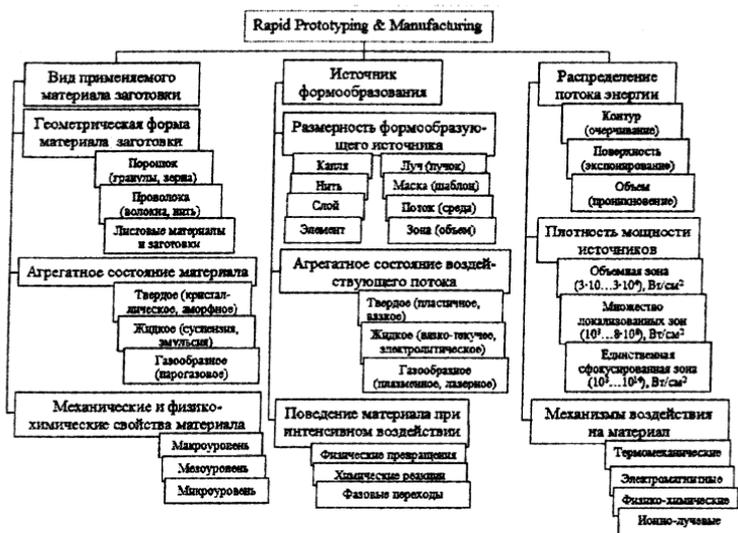


Рис.1. Классификация процессов быстрого прототипирования и производства (RP&M) сложнопрофильных изделий

В результате, при проектировании технологий послойного синтеза деталей машин применяются как методы автоматизации процессов быстрого прототипирования и производства с послойной сборкой изделий [1, 2], так и технологии получения деталей из конструкционных материалов, использующие концентрированные потоки энергии.

Если для методов автоматизации их отличие определяется используемыми рабочими органами установок, транспортированием и контролем, то для технологий послойного синтеза алгоритм построения изделия зависит от рабочего цикла процесса и последующей сборки и обработки изделия.

Исследование технологий обработки слоев концентрированными потоками энергии и сопутствующей сборкой изделий показало: 1) процессы быстрого прототипирования и производства требуют применения технологий получения детали из конструкционных материалов для масштабных макетов, легко разрушаемых прототипов, деталей машин, а также информационных технологий для их моделирования; 2) перспективными являются процессы прямого создания не только детали, но и ее композиционного материала путем последовательного формирования слоев из различных материалов и управления их свойствами; 3) информационные технологии должны моделировать не только изделие и процесс его получения, но и материал совместно с процессом его послойного синтеза.

Анализ сущности и особенностей методов получения деталей машин без формообразующей оснастки в SLA (Stereolithography Application), LOM (Laminated Object Modeling), SLS (Selective Laser Sintering), FDM (Fused Deposition of Materials) и в других процессах позволяет рассмотреть частные и выделить общие принципы построения технологий послойного синтеза (рис. 2).

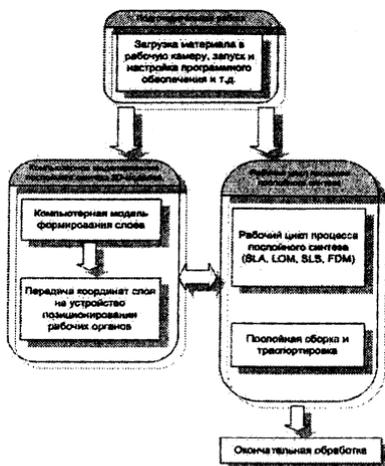


Рис. 2. Основные этапы методов послойного синтеза

Так для SLA-процесса цикл состоит из переходов [3]: 1) опускание платформы с моделью в ванну с жидким фотополимером; 2) выравнивание толщины пленки фотополимера на поверхности модели или платформы 3) отверждение слоя сфокусированным УФ-излучением; 4) рабочий цикл повторяется до обработки последнего слоя; 5) подъем платформы и извлечение модели. Для LOM-процесса цикл состоит из переходов [3]: 1) раскатывание (расположение) листового материала заготовки; 2) выравнивание листового материала нагретым валиком; 3) раскрой лазерным лучом листового материала; 4) рабочий цикл повторяется до обработки последнего слоя; 5) сварка, спекание, склеивание слоев. В SLS-процессе цикл состоит из переходов [4]: 1) создание тонкого слоя из порошкового материала на рабочем столе; 2) выравнивание слоя порошкового материала нагретым валиком; 3) обработка лазером слоя порошка в текущем сечении материала; 4) рабочий цикл повторяется до обработки последнего слоя; 5) удаление детали из зоны обработки; 6) стряхивание свободного порошка. При FDM-процессе рабочий цикл состоит из переходов [3, 5]: 1) подогрев материала в экструзионной головке до температуры плавления; 2) дозированная по-

дача разогретого материала в зону обработки; 3) материал непосредственно наносит на предыдущий слой или на подложку. При обработке последнего слоя во всех процессах рабочий цикл заканчивается.

Система автоматизированного проектирования технологий прямого выращивания изделий строится на принципе алгоритмического ввода исходных данных, который состоит в том, что наряду с числовым осуществляется их функциональный ввод. Согласно этому принципу в число формальных параметров процедуры, реализующей какой-либо из алгоритмов задач моделирования технологий, входят формальные параметры, являющиеся также процедурами. Функциональное назначение этих процедур состоит в вычислении непрерывно изменяющихся исходных данных – геометрических и физико-механических параметров конечных элементов.

С формальной точки зрения программный комплекс состоит из следующих инвариантных модулей (рис.3):

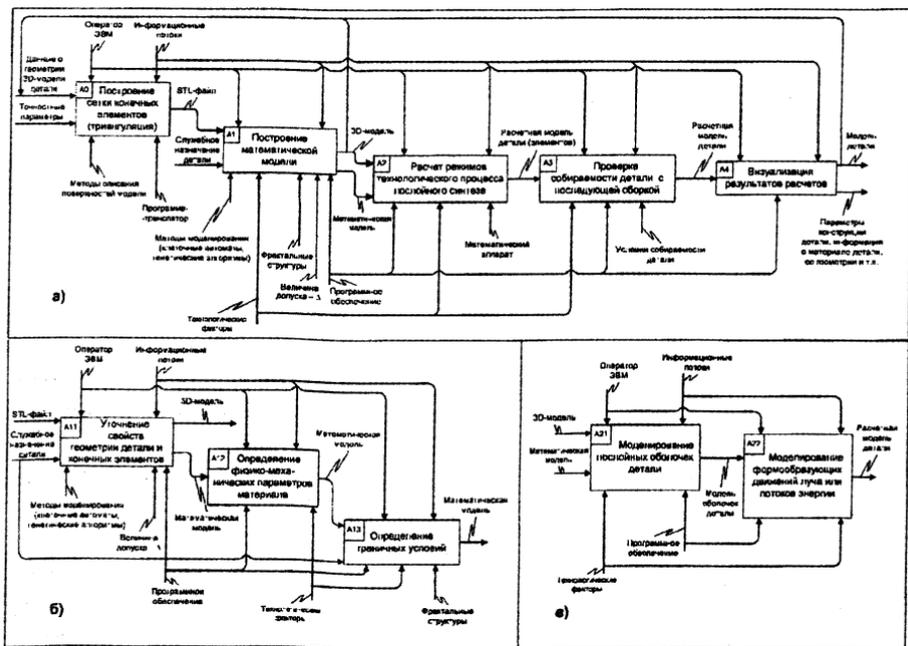


Рис.3 IDEF0-модель системы автоматизированного проектирования

- 1) построения сетки конечных элементов;
- 2) уточнения свойств геометрии изделия и конечных элементов;
- 3) определения граничных условий;
- 4) определения физико-механических параметров материала;
- 5) проведения расчета режимов процесса послойного синтеза;
- 6) проверки собираемости детали с последующей сборкой;
- 7) визуализации результатов расчета.

Система автоматизированного проектирования технологий прямого выращивания деталей машин согласно предложенной IDEF0-модели (рис.3, а), включает функциональные модули “Построение математической модели” (рис.3, б) и “Расчет режимов технологического процесса послойного синтеза” (рис.3, в).

Таким образом, изучение программно-методических комплексов проектирования процессов [6] прямого выращивания изделий послойным синтезом позволило сформировать структуру системы автоматизированного проектирования послойного синтеза, включающую модули построения геометрической модели, определения краевых условий процесса, расчета режимов технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хейфец М.Л., Кухта С.В., Краснянский В.В., Голубев О.П. Послойное формирование поверхностей с сопутствующей сборкой изделий // Современные методы сборки в машиностроении и приборостроении: Материалы 2-го Международного научно-технического семинара. – Киев: АТМУ, 2002. – С.100-104.
2. Послойное формирование поверхностей с сопутствующей сборкой сложнопрофильных изделий/ М.Л. Хейфец, С.В. Кухта, В.В. Краснянский, О.П. Голубев // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2002, №11. – С.2–7.
3. Быстрое прототипирование//URL:<http://www.fian.smr.ru/gr>.–1999.
4. Послойное селективное лазерное спекание //URL:<http://www.library.bmstu.ru>.–2001.
5. Разработка программного обеспечения для платформ