

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАБОТКЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

© 2016 А. П. Суворов, А. В. Кузовкин

Воронежский государственный технический университет

В статье описаны возможности применения новых информационных технологий на машиностроительных предприятиях, в качестве инструмента для проектирования и изготовления электрода-инструмента для методов электроэрозионной обработки методом быстрого прототипирования.

Ключевые слова: информационные технологии, системы автоматизированного проектирования, трехмерное моделирование и печать.

Введение

Информационные технологии затрагивают все сферы машиностроительного производства. Применение средств вычислительной техники является необходимым условием для повышения качества продукции и конкурентоспособность предприятия на рынке. В настоящее время компьютерная техника используется на всех этапах машиностроительного производства: конструкторские, технологические работы, работы по технологической подготовке производства. Основными положительными результатами являются вариативность и быстрая смена номенклатуры выпускаемой продукции, сокращение затрат на конструкторскую и тех-

нологическую подготовку производства, минимизация трудовых и экономических ресурсов. Средством, позволяющим реализовать это, является:

- Системы автоматизированного проектирования (САПР);
- Технологии трехмерной печати.

САПР используются при разработке чертежей (технической документации), трехмерном моделировании изделий и процессов сборки, проектировании вспомогательной оснастки и т. д.

Существует большое количество САПР, но их можно условно разделить на три основные группы (рис. 1):

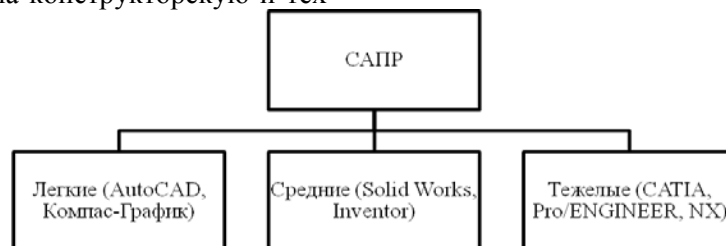


Рис. 1. Классификация САПР

- Легкие САПР (САПР двумерного проектирования). Предназначены для решения задач проектирования. САПР этого класса служат для выполнения большего объема работ с 2D чертежами и имеют достаточно ограниченный функционал 3D моделирования.

- Средние САПР (САПР объемного моделирования). Системы данного класса охватывают функционал легких САПР, но при этом позволяют работать со сборками. В средних САПР обязательно должна быть реализована функция обмена данными.

- Тяжелые САПР (САПР объемного моделирования). Это системы, обеспечивающие полный цикл проектирования от разработки до разработки и подготовки технической документации.

Все САПР основываются на представлении объектов производства в определенном виде: двухмерный чертеж; трехмерная

Суворов Александр Петрович – Воронежский государственный технический университет, ст. преп., e-mail: alex_diz@inbox.ru.

Кузовкин Алексей Викторович – Воронежский государственный технический университет, д. т. н., профессор.

модель; математическая модель; готовая деталь. На сегодняшний момент наибольшее распространение получили методы трехмерное моделирование – как наиболее функциональный и удобные в построение.

Технология трехмерной печати позволяет в кратчайшие сроки получать макеты деталей, изделий или опытный образцов для демонстрации разрабатываемых объектов. На сегодняшний момент трехмерная печать имеет достаточно широкую сферу применения от изготовления опытного образца изделия до доработки конструктивных особенностей деталей перед запуском в серийное производство. В настоящее время технологии трехмерной печати укрупненно могут быть представлены в виде (рис. 2):

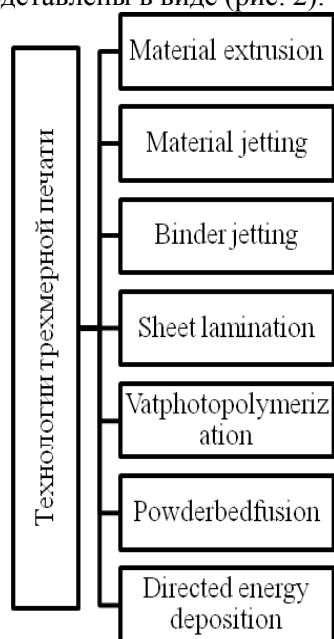


Рис. 2. Классификация технологий трехмерной печати

- Экструзия материала. Технология экструзии материала использует пастообразный полимер или композит, который выдавливается через разогретое сопло на рабочую поверхность. Примерами реализации данной технологии являются: Fused Deposition Modeling (FDM), Multiphase Jet Solidification (MJS), Contour Crafting (CC) и т. д.

- Струйная подача материала. Технология струйной печати основана на принципе работы струйного принтера, но в качестве чернил тут выступает фото-полимер, воск или металл. При этом количество сопел может достигать более 400 штук. Примерами реализации данной технологии являются: Multi Jet Modeling (MJM), Liquid Metal

Jetting (LMJ), Ballistic Particle Manufacturing (BPM) и т. д.

- Струйная подача связующего. Данная технология похожа на предыдущую, однако вещества для реализации уже находятся в зоне построения модели, а через сопла осуществляется подача связующего реагента. Примерами реализации данной технологии являются: Three – Dimensional Printing (3DP), Pro Metal, Direct Shell Production Casting (DSPC) и т. д.

- Ламинация листов. В основе данной технологии лежит послойное склеивание любого листообразного материал, а затем образка лишнего материала. Примерами реализации данной технологии являются: Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM), Laminated object manufacturing (LOM), Selective Deposition Lamination (SDL)

- Фотополимеризация в ванне. Данная технология основана на затвердевании жидкой фотополимерной смолы под воздействием специального излучения. Примерами реализации данной технологии являются: Stereolithography (SLA) и Digital Light Processing (DLP).

- Сплавление порошка. Эта технология основана на сплавлении тонкого слоя порошка на поверхности в нужных местах мощным лазером. Примерами реализации данной технологии являются: Selective Laser Sintering (SLS), Electron Beam Melting (EBM), Direct Metal Laser Sintering (DMLS) и т. д.

- Направленное подведение энергии. Данная технология основана на одновременном подведении в печатающую головку и материала для печати, и энергии для его плавления. Примерами реализации данной технологии являются: Engineered Net Shaping (LENS) и Electron Beam Additive Manufacturing (EBAM).

На сегодняшний день технология трехмерной печати еще не идеальна, но активно развивающаяся и все больше затрагивающая различные направления производства.

Результаты работы

Современные изделия машиностроительного комплекса характеризуются наличием в изделии большого количества деталей (до нескольких десятков тысяч в одном готовом изделии), часть из которых в силу различных причин (конструктивные особенности, прочностные и массогабаритные характеристики, показатели эргономики и эстетики) имеют сложную форму рабочих поверхностей.

Критерием оценки, которых следует считать гладкость кривой, которая традиционно получила обозначение G, за которой следует число:

Непрерывность G0 (точка) означает, что конечные точки соприкасаются. Переход между двумя ребрами или поверхностями является заметным. Это может быть резкий или постепенный переход. Следующий рисунок показывает анализ Зebra для соприкосновения типа G0 между двумя поверхностями. Поверхности соприкасаются, однако полосы не выстраиваются в линии (рис. 3, а).

Непрерывность G1 (касательная) – плавный переход между кривыми. Две кривые или поверхности движутся в одном направлении в месте соединения, но коэффициент изменения кривизны (скорость) явля-

ется заметным. Следующий рисунок показывает анализ Зebra для соприкосновения типа G1 между двумя поверхностями. Две поверхности сопрягаются по касательной. Границы полос выстраиваются в линии, однако между ними образуется острый угол (рис. 3, б).

Непрерывность G2 (кривизна) – очень плавный переход между кривыми. Две кривые совпадают в конечных точках, являются касательными и имеют одинаковую «скорость» (кривизну) при соединении. Следующий рисунок показывает анализ Зebra для соприкосновения типа G2 между двумя поверхностями. Между двумя поверхностями наблюдается гладкое сопряжение (тип G2). Границы полос выстраиваются в линии, а между поверхностями имеется плавный переход (рис. 3, с).

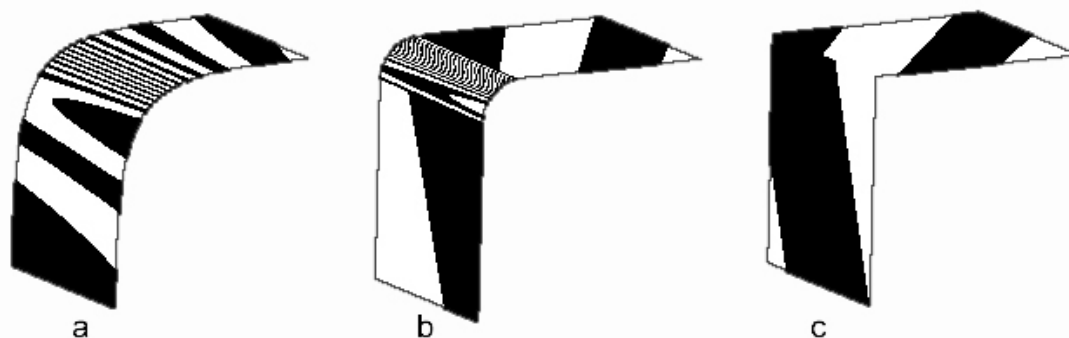


Рис. 3. Виды непрерывности поверхности

Получение таких деталей со сложными поверхностями механическими способами достаточно трудоемкая и дорогостоящая задача. Перспективным технологическим способом получения деталей с поверхностями кривизной высокого порядка является электроэрозионная обработка (ЭЭО), реализующие процесс с использованием электродов-инструментов (ЭИ), геометрия которых должна быть обратно эквидистантна обрабатываемой поверхности.

Первой и наиболее распространенной схемой (более 60 % объема ЭЭО) является схема прошивания, в результате которой происходит удаление металла из полостей, углублений, отверстий, пазов, а также с наружных поверхностей, доступ к которым традиционным лезвийным инструментом затруднен. На рис. 6 показана общая схема для внутреннего (а) и наружного фасонного (б) прошивания. Электрод-инструмент 1 поступательно перемещают к заготовке 2 со скоростью $V_{ш}$. Оба электрода помещены в ванну 3,

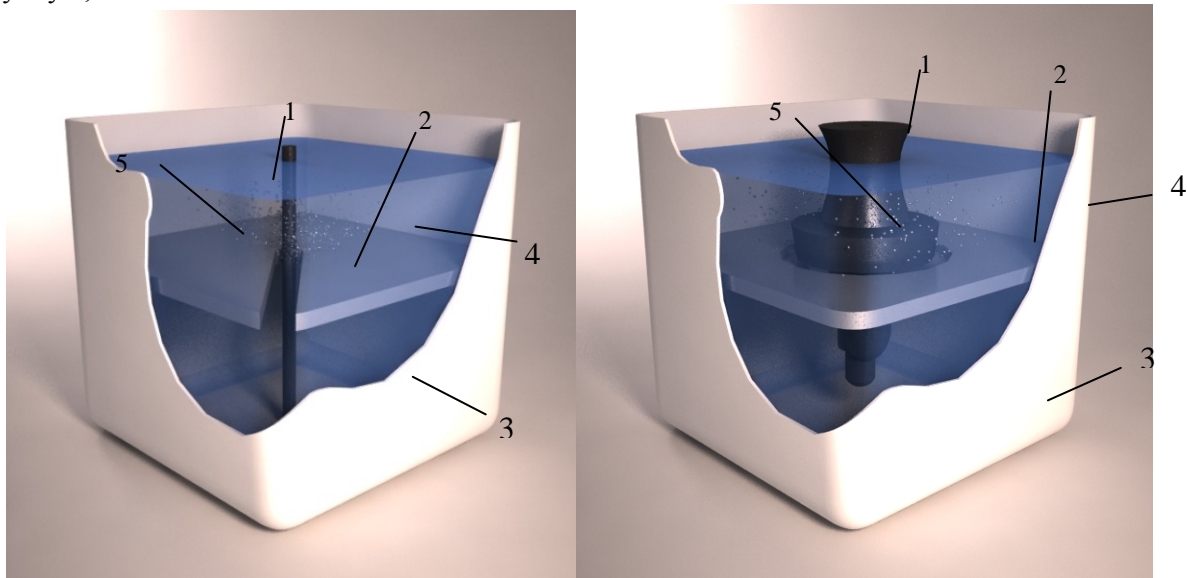
заполненную диэлектриком 4. Продукты обработки 5 удаляются из зоны обработки за счет гравитационных сил или принудительно путем прокачки рабочей среды. Различают прямое (рис. 4, а) и обратное (рис. 4, б) копирование. Выбор схемы копирования в свою очередь обусловлен конструктивными особенностями формообразующих поверхностей и технологическими возможностями применяемого оборудования.

Электрод-инструмент должен изготавливаться из эрозионно-стойкого материала, обеспечивать стабильную работу во всем диапазоне рабочих режимов ЭЭО и максимальную производительность, имея малый износ.

В настоящее время одной из перспективных технологий создания электроэрозионной обработки является технология быстрого прототипирования (Rapid Prototyping – RP). Использование RP-технологий в прототипировании способно на 50 - 80% сократить сроки

подготовки производства, практически полностью исключить длительный и трудоемкий этап изготовления опытных образцов вручную, или на станках с ЧПУ. Эта техно-

логия основывается на послойном создании физической объекта на основе математической модели.



а

б

Рис. 4. Принципиальные технологические схемы прямого (а) и обратного (б) копирования

Для цифрового прототипирования сложнопрофильного комбинированного ЭИ был использован продукт Autodesk Inventor (для создание цифровой модели твердотельного электрода-инструмента) и встроенный

инструмент *Ilogic* (технология, позволяющая программировать технические характеристики непосредственно в цифровой модели) (рис. 5).

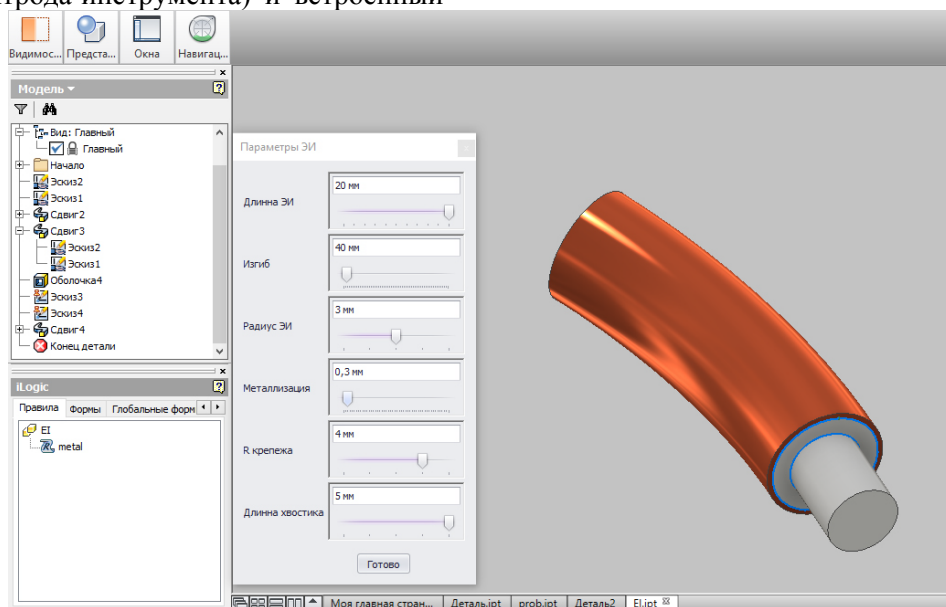


Рис. 5. Цифровое проектирование ЭИ

На начальном этапе проектирования инструмента создается рациональная твердотельная параметрическая модель. Это позволяет:

- - при проектировании различных форм электрода-инструмента всегда оставаться в пределах его рациональной геометрии;

- - сократить сроки проектирования, так как в основе цифрового прототипа ЭИ лежит поверхность обратнoэквиdистантная обрабатываемой поверхности;

- - технология Ilogic осуществляет перераспределение параметров ЭИ, а именно

корректировку толщины токопроводящего покрытия в зависимости от геометрии и величины МЭЗ.

Построенную средствами САПР цифровую модель выращивают с помощью технологии быстрого прототипирования, что позволяет сократить сроки производства и выдержать необходимые параметрические характеристики. На созданную сложную форму наносится металлизация. В качестве способа металлизации выбираются химические методы металлизации позволяющие получить требуемое качество металлического слоя.

Заключение

Современные информационные технологии могут использоваться в современном производстве для изготовления сложнопрофильных деталей. Быстрое прототипирование как технология включает несколько этапов и начинается с создания математической модели изделия, а заканчивается процессом создания готовой модели с использованием одной из возможных методик. Математическую модель можно создать в одном из пакетов САПР и сохранить в одном из форматов *.STL, *.WRL, *.PLY, *.3DS. После создания модели происходит ее печать на специальном принтере.

Следовательно, имея возможности 3D печати, низкий износ ЭИ в процессе работы и возможность нанесения токопроводящего покрытия на ЭИ выращенный из нетокопроводящих и дешевых материалов, открывается возможность изготовления ЭИ под любую деталь с какой угодно кривизной поверхности.

Подводя итог можно отметить что Информационные технологии (САПР и трехмерной печати) являются весьма перспективными для изготовления деталей и инструментов сложной формы, высокого качества и в кратчайшие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов Б. А. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: Учебное пособие // Б. А. Артамонов, Ю. С. Волков, В. И. Дрожалова и др.; под ред. В. П. Смоленцева. – М.: Высш. шк., 1983. – 247 с., ил.
2. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки // Г. Л. Амитан, И. А. Байсупов, Ю. М. Барон и др.; Под общ. ред. В. А. Волосатова. – Ленингр. отд-ние, 1988. – 719 с., ил.
3. Кузовкин А. В. Разработка технологии изготовления фасонного инструмента на основе быстрого прототипирования / А. В. Кузовкин, А. П. Суворов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Т. 10. – № 1. – 2014. – С. 35-37.
4. Кузовкин А. В. Технологические возможности комбинированных и аддитивных процессов в формообразовании проточных поверхностей гидрооборудования / А. В. Кузовкин, Г. А. Сухочев, А. О. Родионов, А. П. Суворов // Насосы. Турбины. Системы. – Воронеж. – № 1 (10). – 2014. – С. 53-60.
5. Суворов А. П. Методика изготовления сложнопрофильного электрода инструмента по технологии быстрого прототипирования / А. П. Суворов, А. В. Кретьнин, А. В. Кузовкин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2015. – Т. 11. – № 2. – С. 11-14.
6. Зеленина А. Н. Проектная деятельность как средство развития научно-технического творчества обучающихся // Антропоцентрические науки: инновационный взгляд на образование и развитие личности: Материалы II-ой Международной, научно-практической конференции: в 2 ч. / под ред. Э. П. Комаровой. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 185-187.

PROSPECTS FOR THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE PROCESSING OF COMPLEX SURFACES

© 2016 A. P. Suvorov, A. V. Kuzovkin

Voronezh state technical university

This article describes the potential application of new information technology on machine-building enterprises, as a tool for designing and manufacturing EDM electrode for EDM method of processing methods of rapid prototyping.

Keywords: information technology, computer aided design, 3D modeling and printing.