

ЛАЗЕРНАЯ КОМПАКТНАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА: ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНВАРИАНТА К КОНСТРУКТИВНОМУ РАЗНООБРАЗИЮ ПРОДУКЦИИ

Доц. Сухиненко Б.Н., доц. Свирский Д.Н. (ВГТУ)

1. *Инвариантность послойного принципа в автоматизированных системах преобразования геометрической информации.* Усилиями ряда ученых [1-3] в начале 1980-х г.г. был разработан кибернетический подход к анализу и проектированию технологических процессов формообразования, заключающийся в представлении технологической системы как канала передачи информации, и заложены основы информационной теории технологии.

Обрабатывающая система рассматривается как информационный канал "план - продукция". План продукции есть набор сообщений о ее количестве, форме, размерах, материале и т.д., которые необходимо воспроизвести в виде деталей, используя сырье и энергию. По отношению к заказчику, находящемуся вне производственной системы, технологический метод есть способ реализации нематериальной модели его заказа в реальное изделие или новое качество изделия [1].

На уровне кибернетической модели (именно модели, а не самого объекта) любой технологический процесс можно представить в виде ряда последовательных переводов с языка заказчика на язык исполнителя: формулировка служебного назначения заказа (заказчиком) - выполнение модели заказа (конструктором) - выбор методов реализации заказа (технологом) - выполнение заказа (изготовителем) [1, 2].

Геометрическая форма является важнейшей характеристикой изделий (в том числе и общемашиностроительного применения), поэтому проблема поиска эффективного метода формообразования, особенно в условиях рациональной автоматизации производства, является остро актуальной. В свете выбранного подхода процесс изготовления изделия предстает как преобразование геометрической информации, в частности, и с помощью автоматизированного оборудования. Причем с точки зрения системной методологии геометрическую форму изделия как систему можно адекватно описать, воспроизводя ее составляющие

элементы и формообразующие связи между ними (принцип организации). В качестве таких универсальных элементов при информационном моделировании геометрии объемного объекта можно использовать следующие идеальные конструкции:

- точечные, в виде одинаковых элементарных объемов;
- линейные, в виде отрезков характерной длины;
- плоские, в виде слоев с контурами соответствующих поперечных сечений изделия.

Интерпретация технологической системы формообразования как канала передачи информации позволяет применить результаты, полученные в теории связи, для решения задачи выбора технологического метода, реализующего формообразование с любой наперед заданной точностью. Одним из фундаментальных положений теории связи является теорема В.А.Котельникова: произвольный полосно-ограниченный сигнал $x(t)$ (т.е. такой, у которого спектр $X(\omega)=0$ вне полосы частот $-W<\omega<W$), может быть восстановлен по своим дискретным значениям (отсчетам), взятым через интервал времени $T = \pi/W$ [с] (интервал Котельникова) [4]. По сути, эта теорема утверждает возможность замены аналогового сигнала дискретным без потери точности сообщения и определяет условие такого адекватного преобразования.

Тогда, используя кибернетическую аналогию в анализе технологии формообразования, можно утверждать, что объемное тело сколь угодно сложной формы, возможно представить в виде информационной модели, состоящей из конечного числа слоев, контуры которых совпадают по форме с соответствующими поперечными сечениями, а их количество (или толщина) определяется требуемой точностью информационного моделирования (преобразования информации). Следовательно, доказана достаточность послойного алгоритма для точного преобразования геометрической информации в системах формообразования. Таким же образом можно доказать достаточность линейного и точечного принципов для адекватного информационного моделирования геометрической формы объемного объекта в процессах формообразования.

Задачу поиска оптимального метода преобразования геометрической информации можно решить теоретически на основе сравнительного анализа конкурирующих методов по общему критерию эффективности "результат / затраты",

выступающему в нашем случае в виде отношения "точность / производительность". При фиксированном и одинаковом для всех методов уровне точности производительность формообразования (или время изготовления изделия) будет заметно отличаться (табл.1).

Таблица 1

Результаты анализа эффективности методов формообразования

Метод синтеза	Элемент синтеза	Число элементов синтеза в изделии	Теоретическая производительность метода
Послойный	Слой	N	$Q = 1 / N$
Линейный	Отрезок	N^2	$Q = 1 / N^2$
Точечный	Точка	N^3	$Q = 1 / N^3$

Таким образом, оптимальным по критерию теоретической производительности является послойный принцип преобразования геометрической информации. Кроме того, послойный принцип инвариантен как в отношении вида геометрической формы (конфигурации) объекта, так и в отношении этапов автоматизированного преобразования геометрической информации об объекте формообразования.

2. Область эффективного применения компактной производственной системы. Возможности применения послойного принципа формообразования не ограничены производством плоских изделий, т.к. при использовании некоторых дополнительных операций могут быть созданы трехмерные объекты произвольной формы [1]. И если известный способ ламинирования (параллельного соединения слоев) служит основой изготовления «монолитных» изделий, то применение перекрестного соединения пластин сложной формы позволяет собрать каркас полого трехмерного объекта.

В условиях компьютерного проектирования и автоматизированного преобразования конструкторской информации в управляющие команды ЧПУ проблема сложности формы объекта и/или его деталей теряет свою актуальность, т.к. процесс технологического проектирования осуществляется в пакетном режиме.

Предлагаемая конфигурация системы предопределяет ее широкое применение в индивидуальном и мелкосерийном производстве с партией выпуска от 1 до 100 штук изделий. В свою очередь, последовательная организация формооб-

разования ограничивает производительность, однако конкурентоспособная цена и низкие эксплуатационные расходы открывают возможности использования таких систем и в крупносерийном производстве сложных трехмерных изделий. Ограничение по виду обрабатываемого материала (связанное с возможностями лазерной и оптической технологиями) незначительно сокращают область применения лазерных компактных производственных систем (табл.2).

Таблица 2

Область применения лазерных компактных производственных систем

Тип изделия		Вид продукции	Отрасль промышленности
Плоские		Лекала, шаблоны, крой	Швейная, обувная, галантерея
		Инкрустация	Мебельная, художественная
		Прокладки	Ремонтные предприятия, цеха
Рельефные		Вывески, таблички	Художественная, реклама
		Вырубочные штампы	Полиграфия, галантерея
Объемные	Сборные	Мебель специальная	Мебельная
		Выставочные стенды	Реклама, дизайн
	Оболочки	Судо-, авиастроение	Спорт, туризм
	Сплошные	Литейные модели	Литье различное
		Матрицы, формы	Пластмассы, керамика
		Вытяжные штампы	Опытное производство
		Муляжи, карты	Картография, пособия

Для эффективной реализации послойного принципа формообразования в состав производственной системы включены:

- СО2-лазер ИЛГН-709 (потребляемая мощность 800 Вт);
- оптический канал;
- система управления (IBM 286 и выше), позволяющая осуществить прямое преобразование графической информации о детали (стандартный файл графического обмена *.dxf) в сигналы управления координатным столом;
- координатный стол.

Изготовленная система обладает следующими технологическими параметрами:

- обрабатываемые материалы: пластические массы, деревослоистые композиты, текстиль, натуральная и искусственная кожа;
- габаритные размеры изделий до 1700 x 1200 мм;
- толщина исходного материала до 20 мм;
- точность формообразования до 0.05 мм;
- скорость формообразования до 24 м/мин;
- габаритные размеры установки 3000 x 2000 мм.

Применение компактной производственной системы для изготовления сложноконтурных, сложнопрофильных и пространственно сложных изделий машиностроения, легкой и других отраслей промышленности позволяет резко сократить (до 5...8 раз) время и стоимость конструкторской и технологической подготовки производства конкурентоспособной продукции. Цена такой компактной производственной системы в 15...25 раз ниже зарубежных аналогов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горюшкин В.И. Основы гибкого производства деталей машин и приборов - Мн.: Наука и техника, 1984 - 222с.
2. Мясников В.А., Игнатьев М.Б., Покровский А.М. Программное управление оборудованием - Л.: Машиностроение, 1984 - 427с.
3. Смирнов А.И. Анализ перспектив развития методов формообразования в машиностроении - М.: НИИМаш, 1982 - 49с.
4. Захарченко Н.В., Нудельман П.Я., Кононович В.Г. Основы передачи дискретных сообщений - М.: Радио и связь, 1990 - 240с.