

УДК 681.3.06--621.9

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛАЙН-ФУНКЦИЙ В СИСТЕМЕ
АПТ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И.П.Пущин

Рассматривается проблема изготовления деталей, которые являются криволинейными многогранниками специфической формы. Нижняя поверхность детали имеет край, составленный из плоских кривых, край верхней поверхности составлен из пространственных кривых, а боковые грани детали всюду ортогональны нижней поверхности. Таким образом, боковые грани являются линейчатыми поверхностями, и у каждой из них одна направляющая есть плоская кривая, а другая - пространственная.

Ввиду сложности конфигурации элементов, было намечено обрабатывать их на пятикоординатных станках с программным управлением. Существенной особенностью является нестандартность элементов. Обычно трудоемкость изготовления чертежа детали окупается тем, что по нему изготавливается их целая серия. В данном случае по каждому чертежу изготавливалась бы только одна деталь, а значит, необходимо иметь записанный на внешних носителях ЭВМ архив данных о каждой детали, требующей изготовления. Таким образом встал вопрос о том, в каком виде будет храниться информация о деталях, и, кроме того, какой должна быть система программирования, чтобы эффективно обеспечить расчет программ для обработки этих элементов на многокоординатных станках.

Система автоматизации программирования технологии АПТ, реализованная в нашей стране на ЕС ЭВМ, охватывает многокоординатную обработку весьма широкого класса объемных деталей, в том числе и таких, поверхность которых задана набором точек. Последние реализуются с помощью программы FMILL, которая хотя и не входит в саму систему АПТ, но выходные данные которой с помощью

дополнения APTLFT перерабатываются в системе АПТ для получения траектории движения инструмента. При этом программируется движение центра и вектора оси инструмента. Функции программы FMILL состоят в следующем. Задается участок поверхности детали в декартовой системе координат с помощью сетки точек размерности $m \times n$. Заранее определяется количество проходов инструмента вдоль каждой из продольных полос сетки с целью достижения заданной чистоты поверхности и количество опорных точек на каждой линии рассчитываемой траектории движения. Программа FMILL, интерполируя поверхность с помощью сплайн-функций, рассчитывает на ней траекторию движения режущей части инструмента в виде так называемых кривых MDI, число которых соответствует числу заданных проходов инструмента, включая линии самой сети. На каждой кривой MDI рассчитываются точки поверхности, причем в их число входят заранее заданные опорные точки и точки пересечения MDI с поперечными линиями сетки.

Выходом программы FMILL является конечное множество точек, последовательно расположенных на кривых MDI, вместе с единичными векторами нормали к поверхности в этих точках.

Дальнейшая переработка выходных данных программы FMILL происходит в системе АПТ с помощью подсистемы APTLFT. При этом происходит расчет траектории центра инструмента и единичного вектора оси инструмента в опорных точках траектории. Допускается несколько наиболее распространенных типов инструмента. Система позволяет также производить обработку не всей поверхности, а только некоторых ее полос. Ось инструмента может находиться под заранее заданным углом к единичному вектору нормали в целях обеспечения качества обрабатываемой поверхности. Кроме того, имеются и другие дополнительные возможности.

Тем самым по своим возможностям система АПТ оказалась принципиально применимой для решения поставленной задачи. Было решено создать архив с информацией о каждой детали. Таким образом, на внешнем носителе записывается номер детали, присвоенный ей при разметке, и координаты точек в общей системе координат изделия в установленном порядке.

Для применения программы FMILL требовалось определить размерность сетки $m \times n$ обрабатываемых деталей, для которых заранее были известны типоразмеры 1 и 2. При создании архива и организации обмена данными для каждого типоразмера предполагается зафик-

сировать сетки постоянной размерности 5х5 и 9х9 соответственно. На моделях поверхности второго порядка было установлено, что для достижения точности 0,05 мм необходимо, чтобы кривизна от точки к точке менялась не более чем в 1,5 раза. Точки излома следует выделять заданием двух соседних точек на расстояниях 0,01 мм по обе стороны от нее, иначе возникают осцилляции значительной амплитуды.

Остро стоял вопрос ввода исходных данных в программу FMILL. Использование перфокарточного ввода привело бы к неоправданно большим затратам ручного труда. Поэтому был принят способ ввода координат точек каждой детали в программу FMILL непосредственно с внешнего носителя по номеру детали в архиве, что дало возможность готовить производство без использования чертежей.

Так был решен вопрос автоматизированной обработки внешней и внутренней поверхностей элемента. Для обработки боковых граней элемента также оказалось возможным применить систему АПТ, используя допустимый в ней геометрический объект RLDSRF (линейчатая поверхность). В данном случае за направляющие поверхности необходимо взять соответствующие верхние и нижние ребра детали, представив их в виде TABCYL (плоский геометрический объект в системе АПТ представляющий из себя кривую, заданную точками). Интерполяция между точками TABCYL в системе АПТ производится методом сплайнов. Необходимо было заменить пространственные кривые верхних ребер на плоские кривые. Это было сделано с помощью продолжения образующей до некоторой рассчитываемой плоскости. Вопрос подачи данных из архива в систему АПТ был разрешен посредством имитации перфокарточного ввода, т.е. путем переработки данных архива в тот формат, который применяется при перфокарточном вводе.

Таким образом, удалось автоматизировать процесс расчета управляющих программ и с помощью ЭВМ ЕС-1033 осуществлять все расчеты в соответствии с требованиями производства.

Поступила в ред.-изд. отд.
5 марта 1981 года