

УДК 621.9:681.3.06-52

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ САОК

И.П.Пушин

Объемные кулачки, употребляющиеся в некоторых системах в самолетостроении в качестве автоматических регуляторов, в отличие от средств программного управления являются более простыми и надежными. Процесс изготовления объемных кулачков отличался большой сложностью, трудоемкостью, и при этом зачастую не достигалась требуемая точность обработки. Объясняется это сложностью задания поверхности кулачка, которая определяется в виде таблицы расстояний от оси кулачка до центра шарового ролика. Эти расстояния заданы с помощью полярной системы координат в сечениях, перпендикулярных оси кулачка. Сечения расположены с равномерным шагом вдоль оси, приращения угла в каждом сечении одно и то же для всех сечений. Обычно расстояние между сечениями равно 0,5 мм и шаг по углу в сечении равняется 2,5° или 5°. При рабочей поверхности кулачка 160°-220° и длине его вдоль оси 20-25 мм таблица содержит до 5 тыс. точек. Обработка кулачка производилась на универсальном оборудовании, причем опытный фрезеровщик затрачивал на изготовление одной детали 2-3 недели. С целью ликвидации ручного труда, повышения производительности и ликвидации брака был создан станок с программным управлением ФОК-1, предназначенный для обработки объемных кулачков с габаритами до 70 мм в длину и до 70 мм в диаметре. Для подготовки управляющей ленты для этого станка требовалось создание Системы Автоматической Обработки Кулачков - системы САОК.

Задачей разработанной системы САОК является расчет траектории движения инструмента и шпинделя станка в соответствии с

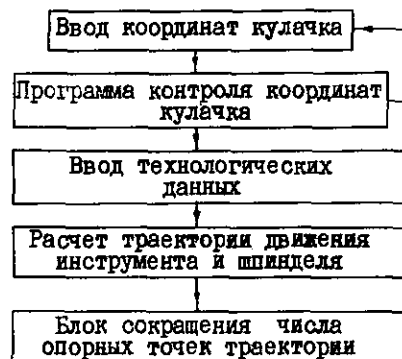
его техническими возможностями и заданным технологическим процессом для обеспечения черновой и чистовой обработок кулачка. При этом точность обработки должна быть $\pm 0,02$ мм и класс чистоты $\nabla 6$. Следует отметить, что фирмой "Bendix" (США) разработана подобная система для станка "Bendix", но в этой системе движение вдоль оси ОХ, являясь равномерным, не осуществляется программным путем. Нет сведений и о методе интерполяции, использованном в системе [1].

Технологами завода, изготавливающего объемные кулачки, был разработан технологический процесс обработки, при котором след траектории фрезы на поверхности кулачка предполагается спиралевидным.

Для обеспечения требуемой чистоты поверхности и для реализации спиралевидной траектории необходимо уметь рассчитывать координаты промежуточных точек, т.е. точек, не заданных в таблице кулачка. В данной системе за основу взят метод "двукружностной" интерполяции, позволяющий оценивать погрешности интерполяции [2]. При этом сначала реализовалась объемная интерполяция по принципу, изложенному в [3], только в каждом плоском сечении между точками проводится не интерполяционный многочлен Лагранжа, а взвешенная сумма окружностей.

Система была реализована на ЭВМ "Минск-22". При этом время расчета числовой обработки с использованием объемной интерполяции составляло 6-7 часов. В целях сокращения потребного времени было решено отказаться от объемной интерполяции и использовать только плоскую. Время расчета чистового прохода сократилось до 1-1,5 часов, расчет чернового прохода составляет менее получаса. Заданная точность обработки при этом сохранялась.

При огромном объеме информации (как уже упоминалось, до 5 тыс. точек) возможны ошибки в подготовке исходных данных. С целью выявления грубых ошибок и ошибок при набивке информации на перфоленту была создана программа контроля исходной информации. Эта программа находит места с недопустимым перепадом радиусов в соседних точках и выдает на печать их координаты. После изучения ошибочной ситуации на перфоленту вносятся соответствующие изменения. Исходными данными для системы являются таблица координат кулачка и массив технологической информации.



В этот массив входят координаты начальной точки инструмента, скорости резания, припуск на черновую обработку, высота обхода заготовки и др.

Принципиальная схема действия системы представлена на рисунке слева.

Блок сокращения числа опорных точек траектории проверяет, не расположены ли три точки подряд на одной окру-

ности или на отрезке спирали Архимеда. Если это условие выполняется, то средняя точка выбрасывается и производится дальнейшая проверка. Использование этого блока позволяет сократить число опорных точек траектории в 2-3 раза, что делает длину перфоленты для интерполятора вполне приемлемой (до разработки и включения этого блока длина перфоленты достигала 600 метров).

Система была реализована применительно к интерполятору ЛКИ-ФМТ. При внедрении ее на различных предприятиях потребовалось подключение к системе интерполяторов ЛКИ-У с новым и старым кадрами. При обработке некоторых типов кулачков выяснилось следующее: если приращение радиуса между соседними точками поперечного сечения превышает 0,4 мм, фреза не успевает достичь заданной высоты. В связи с этим был введен блок, который в этой ситуации снижает угловую скорость вращения шпинделя, давая возможность инструменту совершить требуемое приращение радиуса.

Время чернового прохода кулачка размером вдоль оси 25 мм составляет по заданному технологическому процессу примерно 35 минут, время чистового прохода занимает 80 минут. При этом значительную часть времени занимает проход фрезы над нерабочей стороной кулачка. При внедрении системы в целях сокращения времени обработки вращение на холостом участке было заменено с равномерного на ускоренное. При дальнейшем усовершенствовании системы предполагается учесть другой возможный вид обработки, при котором инструмент, пройдя рабочую поверхность в одном направлении, не совершает холостого прохода, а начинает двигаться

по рабочей поверхности в противоположном направлении, сместившись на шаг вдоль оси. В дальнейшем также предусматривается создание вспомогательной программы, просматривающей таблицу координат кулачка с целью обнаружения участков "зарезания", т.е. тех участков, на которых из-за неправильного задания поверхности происходит срезание материала в соседних точках.

В настоящее время система используется на ЭВМ "Минск-32" в режиме совместимости.

Л и т е р а т у р а

1. "Machinery" (Eng.), 1964, v.105, N 2720, p.1524-1528.
2. ЛЕУС В.А. Гладкая окружностная интерполяция кривых. - В кн.: Вычислительные системы. Вып.38. Новосибирск, 1970, с.102-128.
3. БЕРЕЗИН И.С., ЖИДКОВ Н.П. Методы вычислений. Том I.М., "Наука", 1966, с. 127-136.

Поступила в ред.-изд.отд.
12 февраля 1975 года