

АППРОКСИМАЦИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ МНОГООСЕВОЙ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Сурков О.С., Якуняшин К.В.

*Самарский национально исследовательский университета
имени академика С.П. Королёва, г. Самара*

Ключевые слова: фрезерная обработка, сплайн, аппроксимация, траектория, волнистость, шероховатость, точность.

Аннотация. В предлагаемой статье представлено теоретическое и практическое исследование влияния параметров аппроксимации на различные характеристики точности обрабатываемых деталей. Приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию типа и точности аппроксимации на качество поверхностного слоя. Представлено сравнение сплайнового и линейного типа аппроксимации.

Развитие технологий не стоит на месте и вследствие этого требования по точности и скорости изготовления деталей становятся все более и более высокими. Современные обрабатывающие центры являются сложными по устройству машинами, позволяющими реализовывать обработку с высочайшей точностью и производительностью. Однако, применение таких современных методов при обработке криволинейных поверхностей как сплайновая аппроксимация движения инструмента все еще не получило широкого распространения в отечественном машиностроении.

Обработка сложнопрофильных деталей, таких как лопатки компрессора, моноколеса, крыльчатки, является довольно сложным процессом, определение параметров которой (тип аппроксимации, шаг аппроксимации, угол аппроксимации) прямым образом влияет на её качество и скорость. Целью данной работы является поиск таких значений этих параметров, которые бы могли обеспечить необходимый баланс между точностью и скоростью обработки.

При обработке криволинейных деталей, на западе, все больше и больше применяется так называемая сплайновая аппроксимация, которая позволяет в общем случае достигать большей контурной точности, в результате более гладкого профиля траектории движения инструмента. В общем случае, сплайновая аппроксимация представляет собой кусочно-заданную функцию, определяемую полиномами порядка n [1]. Различные системы ЧПУ воспринимают разные виды сплайнового кадра, что вызывает определенные трудности в создании пост процессоров, в частности, в отечественной промышленности сплайн аппроксимация не снискала массовой популярности ввиду своей относительной сложности. Многие предприятия, занимающиеся обработкой криволинейных деталей, используют стандартную линейную аппроксимацию. Огранка, присущая данному подходу, ярко выражена в местах сочленения линейных сегментов. При сплайновой аппроксимации видимая огранка профиля полностью отсутствует, что было экспериментально подтверждено на базе САМ центра Самарского университета. В качестве экспериментальной детали был выбран цилиндрический пруток (рисунок 1), разделенный на 6 сегментов в зависимости от вида и точности аппроксимации.

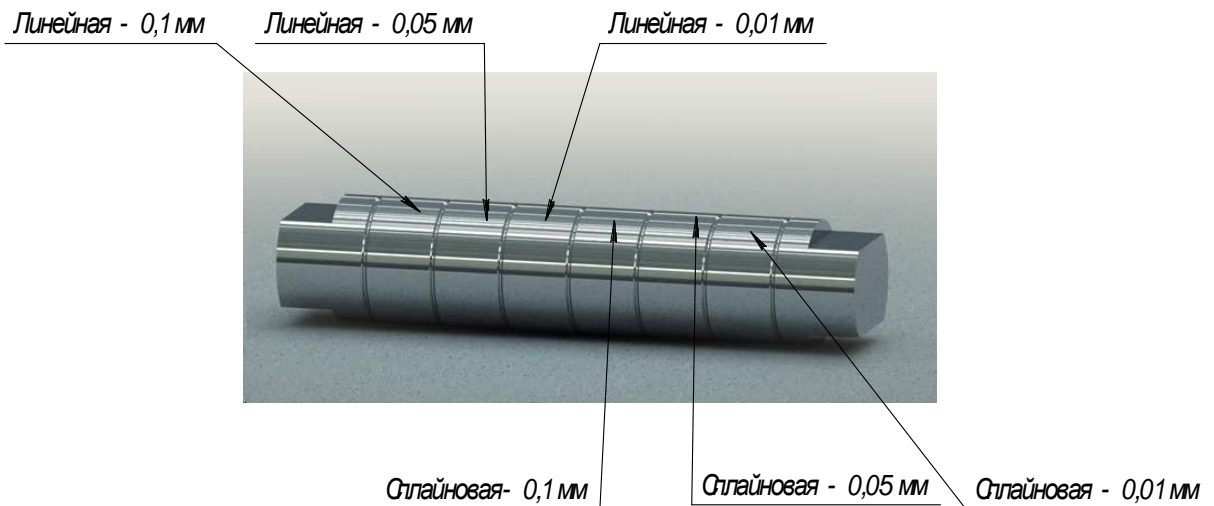


Рис. 1. Модель тестовой детали

Волнистость и шероховатость поверхности обработанной детали, измеренной на профилографе по участкам, представлена в таблице 1. Обработка осуществлялась сферической фрезой диаметром 10 мм. Режимы резания выбраны одинаковыми для всех участков. Длина участка – 17,5 мм. Боковой шаг – 0,5 мм. Подача $F = 600$ мм/мин; обороты шпинделя $S = 4000$ об/мин. Станок – *MIKRON UCP 800 DURO*.

Табл. 1. Волнистость и шероховатость поверхности по сегментам

Тип аппроксимации и точность	Ra, мкм	Rz, мкм	Wz, мкм
Линейная 0,1 мм	1,09	8,46	9,21
Линейная 0,05 мм	1,02	5,21	5,46
Линейная 0,01 мм	0,76	2,30	1,55
Сплайн 0,1 мм	0,73	1,76	1,54
Сплайн 0,05 мм	0,71	1,92	1,53
Сплайн 0,01 мм	0,76	2,07	1,54

Как видно из результатов эксперимента, волнистость Wz в рамках сплайновых участков практически неизменна. То же можно отметить и для шероховатости поверхности. В рамках линейных сегментов, волнистость изменяется значительно, что связано с выраженной огранкой поверхности. Что касается времени обработки, то оно в значительной степени сократилось с применением сплайновой аппроксимации. Время обработки каждого участка траектории представлено в таблице 2.

Табл. 2. Время обработки различных участков

Время обработки участка при линейной-аппроксимации, мин	Время обработки участка при сплайн-аппроксимации, мин	Точность отклонения от номинального контура, мм
11,35	10,22	0,1
14,25	13,10	0,05
23,1	13,46	0,01

Отработка методов исследования влияния вышеупомянутых параметров на обработку криволинейных деталей позволит в дальнейшем применить полученные данные для выбора таких их значений, которые могли бы обеспечить необходимый баланс между точностью и скоростью обработки. Также в дальнейших этапах работы планируется изучение вибраций на процесс прохождения траекторий большой кривизны, влияние угла наклона фрезы на скорость и точность обработки, на основе которых планируется разработка рекомендаций по выбору параметров аппроксимации для процессов обработки различных деталей сложного профиля.

Список литературы

1. Стечкин Б., Субботин Ю.Н. Сплайны в вычислительной математике. – М.: Глав. ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», 1976. – 248 с.

Сведения об авторах:

Сурков Олег Станиславович – доцент кафедры технологий производства двигателей, Самарский университет, г.Самара;

Якуняшин Константин Владимирович – магистрант, Самарский университет, г.Самара.

TOOL TRAJECTORY APPROXIMATION IN MULTI-AXIS MILLING PROCESS

Surkov O.S., Yakunyashin K.V.

Keywords: milling machining, spline, approximation, trajectory, waviness, roughness, accuracy.

Abstract. The proposed article presents theoretical and practical study of influence of tool trajectory approximation parameters on the various accuracy characteristics of machined parts. The results of experimental studies on the effect of type and accuracy of approximation on the quality of the surface layer are given. A comparison of spline and linear trajectory approximation type is presented.