

2. ППД и последующая лазерная термообработка нанесенных покрытий МЭУ позволяет уменьшить среднюю их толщину до 5 %, снизить их объемную пористость в 1,5–1,7 раза, среднюю шероховатость по параметру Ra до 18 % и среднюю разнотолщинность до 1,2 раза.

Список использованных источников

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.
3. Девойно, О.Г. Модифицирование поверхности покрытий с использованием лазерного нагрева / О.Г. Девойно, А.С. Калиниченко, М.А. Кардаполова. – Минск : БНТУ, 2013. – 228 с.

УДК 621.91:67.05

МЕТОДЫ АППРОКСИМАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА НА СТАНКАХ С ЧПУ

Студент – Валаханович М.М., 38 тс, 3 курс, ФТС

Научный

руководитель – Акулович Л.М., д.т.н., профессор

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматриваются методы аппроксимации заданной траектории перемещения инструмента элементарными перемещениями вдоль координатных осей X и Z для токарных станков с ЧПУ. Показаны примеры траекторий движения вершины инструмента при обработке конических и сферических поверхностей.

Ключевые слова: аппроксимация, элементарное перемещение, режущий инструмент, опорные точки, система ЧПУ.

Любую траекторию перемещения, которую должен пройти режущий инструмент при обработке на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), можно разложить на элементарные перемещения, состоящие из отрезков прямых линий и дуг окружностей. В управляющих программах (УП) описывают движение определенной точки режущего инструмента – его центра [1]. Поверхности деталей, обрабатываемые на станках с ЧПУ, отличаются разнообразной и сложной формой, часто состоящей из конических, сферических, параболических, винтовых, сплайновых и других поверхностей. При разработке УП траекторию

движения инструмента представляют как состоящей из отдельных, переходящих друг в друга участков [2]. Этими участками могут быть прямые линии, дуги окружностей, кривые второго. Точки пересечения этих участков называются опорными, или узловыми, точками. Как правило, в УП содержатся координаты именно опорных точек.

Системы ЧПУ станками оснащены специальным электронным блоком – интерполятором, который производит автоматический расчет координат траектории движения инструмента между опорными точками, что позволяет управлять перемещением режущего инструмента по прямой линии или по окружности. То есть каждая поверхность представляется в виде сочетания элементарных отрезков прямых линий и круговых дуг.

Если на станке с ЧПУ необходимо выполнить прямолинейное перемещение инструмента (линейную интерполяцию) вдоль одной из осей координат станка, то такое перемещение система ЧПУ исполняет включением привода подач по данной оси, а по другим осям привод подач не включается. Если же необходимо выполнить круговую интерполяцию или линейную интерполяцию в направлении, непараллельном какой-либо оси координат, то механизм работы системы ЧПУ существенно усложняется. В этом случае система ЧПУ реализует перемещение инструмента при помощи аппроксимации. Под аппроксимацией в теории ЧПУ понимается замена одной функциональной зависимости на другую более простую функцию с определенной степенью точности. В данном случае аппроксимация сводится к тому, что вместо одного прямолинейного перемещения или перемещения по дуге от исходной точки до точки с заданными координатами система ЧПУ задает инструменту перемещения по ломаной линии, элементарные отрезки которой параллельны координатным осям.

Рассмотрим аппроксимацию траекторий перемещения инструмента при токарной обработке на станках с ЧПУ конических и сферических поверхностей (рис. 1 и 2).

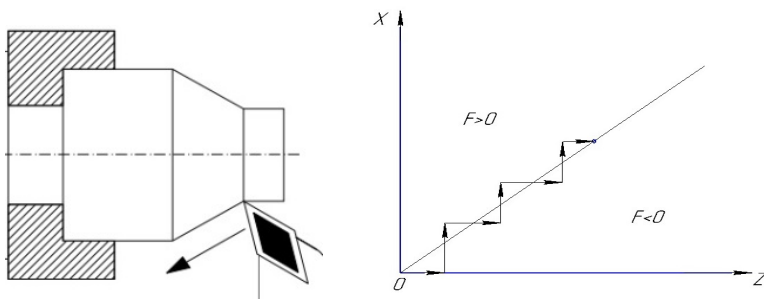


Рисунок 1 – Аппроксимация прямолинейного перемещения режущего инструмента (линейная интерполяция)

Вариант прямолинейного перемещения режущего инструмента и его аппроксимация системой ЧПУ станка (линейная интерполяция) показан на рис. 1. При аппроксимации траекторий перемещения режущего инструмента ломаной линией опорные точки должны отклоняться от заданного контура – как можно меньше. Однако уменьшение таких отклонений приводит к неизбежному увеличению количества опорных точек и, соответственно, количества кадров в самой УП. Поэтому на практике количество опорных точек принимается минимально допустимой при соблюдении условия, чтобы максимальное отклонение координат каждой опорной точки от заданного контура не превышало допустимую величину F (рис. 1). В частности, величину F принимают в интервале $(0,1 \div 0,3)\Delta$, где Δ – допуск на заданный размер.

На рисунке 2 показан вариант перемещения режущего инструмента по дуге окружности и аппроксимация данного перемещения системой ЧПУ станка (круговая интерполяция).

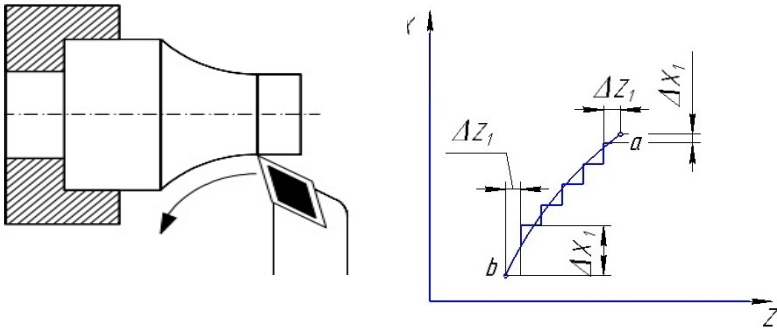


Рисунок 2 – Аппроксимация перемещения режущего инструмента по дуге (круговая интерполяция)

При круговой интерполяции при перемещении инструмента от точки a до точки b показаны траектории, заданные управляющей программой. Отрезками ΔX и ΔZ показана замена заданного перемещения по окружности на элементарные перемещения соответственно вдоль координатных осей X и Z . Элементарные перемещения не всегда одинаковы по своей величине в процессе одного заданного перемещения. Система ЧПУ сама определяет величину каждого элементарного перемещения, исходя из двух условий:

- отклонение траектории элементарного перемещения от траектории заданного перемещения не должно превышать установленную программой величину аппроксимации (общепринятым считается

погрешность аппроксимации равная 15–25 % всего поля допуска на неточность обработки данного размера);

- элементарные перемещения вдоль разных координатных осей должны быть так согласованы между собой, чтобы они одновременно начались в исходной точке и прекратились так же одновременно при достижении конечной точки заданного перемещения.

Наибольшие преимущества при токарной обработке имеет круговая интерполяция участками дуг окружностей, которая может быть использована как для аппроксимации сферических обрабатываемых поверхностей, так и других криволинейных контуров (параболы, спирали Архимеда и т.п.).

Список использованных источников

1. Разработка управляющей программы для станков с ЧПУ: учебно-методическое пособие / М.В. Морщилов [и др.]. – М.: МАДИ, 2017. – 48 с.

2. Пайвин А.С. Основы программирования станков с ЧПУ / А.С. Пайвин, О.А. Чикова // уч. пособие для студентов направления «050100.62 – Педагогическое образование». – Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – 102 с.

УДК 331.45

АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ И СНЯТИЯ ЗАГОТОВОК НА СТАНКАХ С ЧПУ

*Студенты – Медушевский Е.О., 38 тс, 3 курс, ФТС;
Макей П.П., 38 тс, 3 курс, ФТС*

*Научный
руководитель – Акулович Л.М., д.т.н., профессор
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассмотрены схемы устройств автоматической смены заготовок на станках с ЧПУ фрезерной, расточной и токарных групп

Ключевые слова: заготовка, стол-спутник, накопитель, поворотные устройства, рабочий цикл

На универсальных станках доля основного (машинного) времени в общем цикле обработки составляет 20–40 %. Автоматизация рабочего цикла металлообрабатывающего оборудования за счет применения систем числового программного управления (ЧПУ) позволила увеличить эту долю до 50–70 %, резко повысив производительность обработки. При этом на станках с ЧПУ функции станочника сведены к установке заготовки и снятию обработанной детали, т.е. к выполнению монотонной нетворческой работы. Поэтому следующим этапом в решении проблемы