

Практическая работа № 2

Тема: Расчет опорных точек контура детали и эквидистанты

Задание: составить таблицы координат опорных точек контура детали, обрабатываемой на станке с ЧПУ, и траектории движения режущего инструмента.

Формируемые умения:

- Работать со справочной и исходной документацией при написании управляющей программ;
- Рассчитывать траекторию и эквидистанту инструментов, их исходные точки, координаты опорных точек контура детали;

Методические рекомендации

Часть I. *Составить таблицу опорных точек контура детали.*

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать точки начала и направления осей системы координат детали;
2. Обозначить на чертеже опорные точки контура детали;
3. Выбрать систему координат станка;
4. Составить таблицы опорных точек детали в системе координат детали;
5. Составить таблицы опорных точек детали в системе координат станка;
6. Вычислить координаты опорных точек детали.

Часть II. *Составить таблицы опорных точек траектории инструмента*

Порядок выполнения

1. Изобразить на чертеже траекторию движения инструмента;
2. Обозначить опорные точки эквидистанты;
3. Составить таблицы опорных точек эквидистанты в системе координат детали;
4. Составить таблицы опорных точек эквидистанты в системе координат станка,
5. Вычислить координаты опорных точек эквидистанты.

Разработка структуры операции

При разработке структуры технологической операции необходимо, прежде всего, установить состав и содержание технологических и вспомогательных переходов для принятой схемы установки, обратив внимание на последовательность их выполнения (последовательное, последовательно-параллельное, параллельное), определить состав средств технологического оснащения. Если для полной обработки детали требуются два станова, то следует рассмотреть лишь один из них.

а. Выбор схемы установки

На основе анализа чертежа, требований к детали выявить теоретические схемы базирования (по ГОСТ 21495-76), практически применимые для обрабатываемой детали на проектируемой технологической операции. Разработать схему установки детали в приспособлении, реализующую принятую схему базирования. При изображении схемы установки должны быть использованы условные обозначения по ГОСТ 3.1107-81.

б. Выбор технологического оборудования

Выбор оборудования, оснащенного системами с ЧПУ, проводится на основе знаний их основных технических характеристик для выполнения как основных, так и вспомогательных функций.

с. Состав технологических переходов.

Состав и содержание технологических переходов для принятой схемы установки, в основном, определяется функциональными возможностями принятого технологического оборудования, размерами припусков на обработку, точностью размеров детали. Для уменьшения трудоемкости подготовки УП вручную необходимо использовать проверенные на практике типовые технологические решения построения

Методы программирования интерполяции

Под ЧПУ оборудования понимают управление при помощи программ, заданных в алфавитно-числовом коде.

При обработке на станках с ЧПУ инструмент перемещается по задаваемым в программе траекториям.

При этом, например, для токарных станков программируется перемещение вершины резца, а для фрезерных – перемещение оси фрезы.

Ось фрезы перемещается по эквидистанте, т. е. линии или поверхности, отстоящей от обрабатываемой поверхности на постоянную величину, равную радиусу фрезы (рис.1).

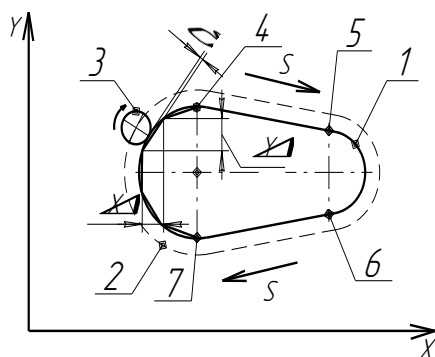


рис.1

- 1- требуемый контур детали;
- 2- эквидистанта;
- 3- фреза.

Программируются две подачи. На обрабатываемом контуре выделяются опорные точки, которые представляют собой те точки контура, в которых он изменяет свой характер (точки 4, 5, 6, 7).

ЭВМ, встроенная в систему ЧПУ производит аппроксимацию перемещений рабочих органов оборудования. В частности, аппроксимирует окружность ломаной линией (между точками 6 и 7). Поэтому существует погрешность δ .

Оборудование с ЧПУ снабжено либо шаговыми двигателями, либо двигателями постоянного тока (тиристорными).

Пусть N_x и N_y – количество импульсов по осям X и Y соответственно, тогда

$$N_x = \frac{\Delta X}{\Delta_x}, N_y = \frac{\Delta Y}{\Delta_y}, \quad (1)$$

где Δ_x и Δ_y – цены импульсов (дискреты), лежащие обычно в пределах $0,005 \div 0,01$ мм.

Шаговые двигатели являются низкомоментными и в станках не используются. В станках используются двигатели постоянного тока, для которых необходимо вычислить скорость перемещения вдоль осей координат:

$$V_x = \frac{\Delta X}{\Delta t}, V_y = \frac{\Delta Y}{\Delta t}, \quad (2)$$

где $\Delta t = \frac{\Delta l}{S} \cdot 60$ – время перемещения по прямой в данной точке аппроксимации, [с], S – скорость подачи, [мм/мин], Δl – длина участка аппроксимации в данной точке, причем

$$\Delta l = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}. \quad (3)$$

Система координат станка, детали, инструмента

Работа станка с ЧПУ тесно связана с системами координат. Различают системы координат станка, детали, приспособления и инструмента.

Система координат станка. Оси координат у станков располагают обычно параллельно направляющим станка, что позволяет при программировании обработки указывать направления и величины перемещения рабочих органов. В качестве единой системы координат для всех станков с ЧПУ принята стандартная прямоугольная (правая) система, при которой оси X , Y , Z (рис. 2) указывают положительные перемещения инструментов относительно подвижных частей станка. Положительные направления движения заготовки относительно неподвижных частей станка указывают оси X , Y , Z' , направленные противоположно осям X , Y , Z . Таким образом, положительными всегда являются такие движения, при которых инструмент и заготовка удаляются друг от друга. Круговые перемещения инструмента (например, угловое смещение оси шпинделя фрезерного станка)

обозначают буквами A (вокруг оси X), B (вокруг оси Y), C (вокруг оси Z), а круговые перемещения заготовки (например, управляемый по программе поворот стола на расточном станке) — соответственно буквами A' , B' , C . В понятие «круговые перемещения» не входит вращение шпинделя, несущего инструмент, или шпинделя токарного станка. Для обозначения вторичных угловых движений вокруг специальных осей используют буквы D и E . Для обозначения направления перемещения двух рабочих органов вдоль одной прямой используют так называемые вторичные оси: U (параллельно X), V (параллельно Y), W (параллельно Z). При трех перемещениях в одном направлении применяют еще и так называемые третичные оси: P , g , R (рис. 3). У станков различных типов и моделей системы координат размещают по-разному, определяя при этом положительные направления осей и размещение начала координат (нуль станка A). Система координат станка является главной расчетной системой, в которой определяются предельные перемещения, начальные и текущие положения рабочих органов станка. При этом положения рабочих органов станка характеризуют их базовые точки, выбираемые с учетом конструктивных особенностей отдельных управляемых по программе узлов станка.

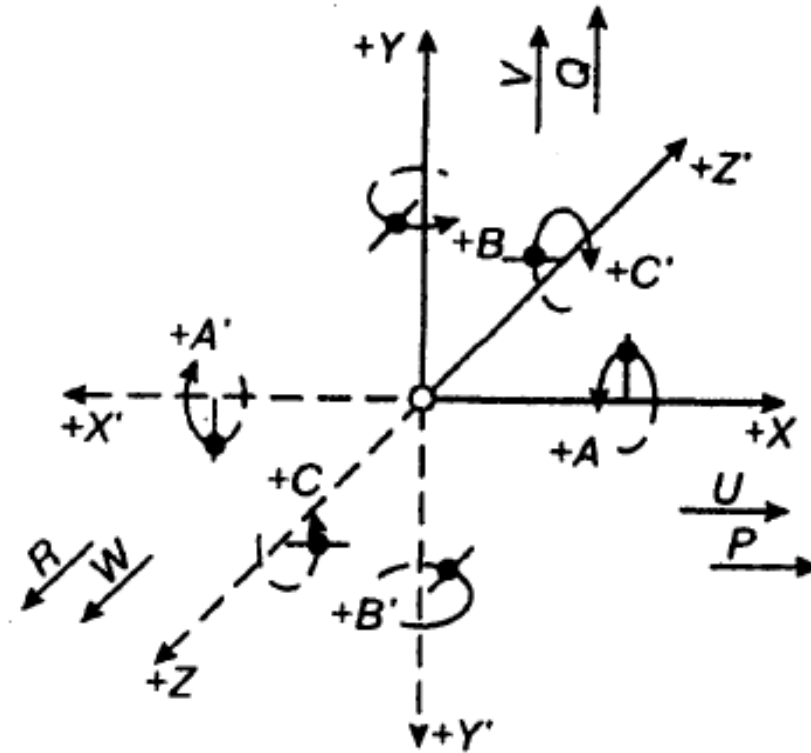


Рис. 2 Стандартная система координат станков с ЧПУ.

Ориентация осей стандартной системы координат станка связывается с направлением движения при сверлении на сверлильных, расточных, фрезерных и токарных станках. Направление вывода сверла из заготовки принято в качестве положительного для оси Z, т. е. ось Z всегда связывается с вращающимся элементом станка шпинделем. Ось X перпендикулярна оси Z и параллельна плоскости установки заготовки. Если такому определению соответствуют две оси, то за ось X принимают ту, вдоль которой возможно большее перемещение узла станка. При известных осях X и Z ось Y однозначно определяется из условия расположения осей в правой прямоугольной системе координат.

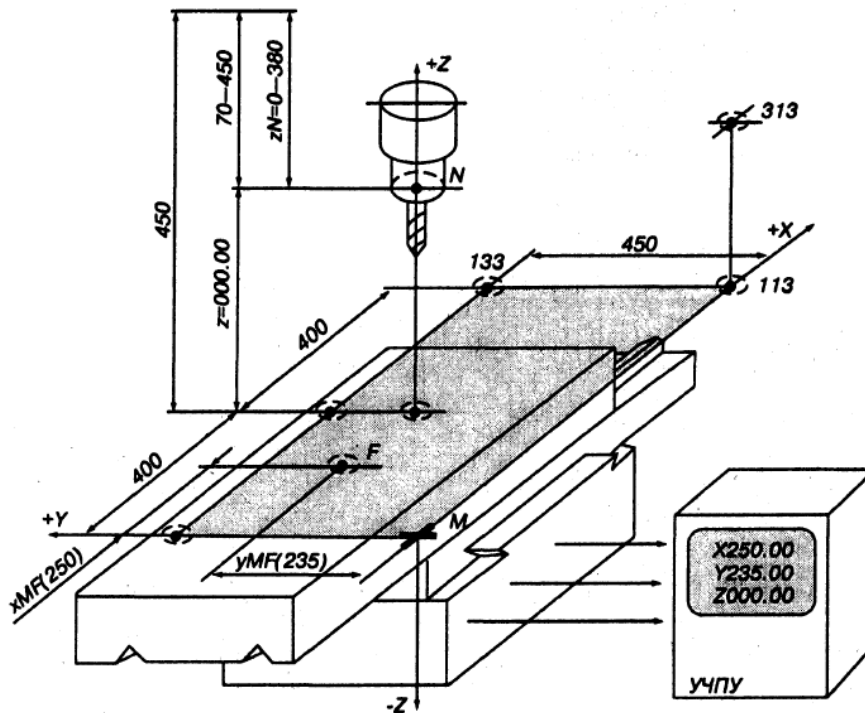


Рис.3 Система координат вертикально-сверлильного станка с ЧПУ

Правило правой руки:

В стандартной системе координат станка положительные направления осей координат определяются по правилу правой руки. Большой палец (рис. 4) указывает положительное направление оси абсцисс (X), указательный — оси ординат (Y), средний — оси аппликат (Z). Положительные направления вращения вокруг этих осей определяются другим правилом правой руки. Согласно этому правилу, если расположить большой палец по направлению оси, то остальные согнутые пальцы укажут положительное направление вращения (рис. 4).

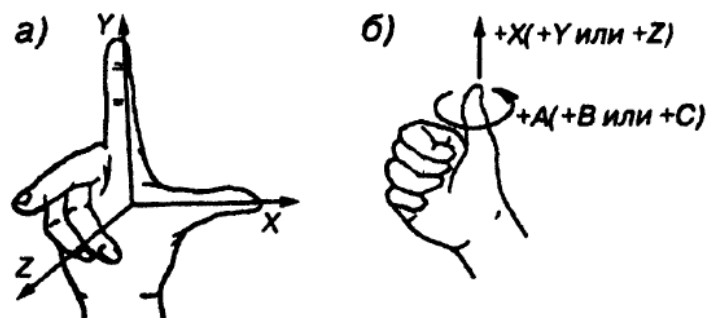


Рис.4 Правило правой руки:

а - положительные направления осей координат;

б - положительные направления вращений.

Для того чтобы не было путаницы с положительными направлениями рабочих органов, связанных с заготовкой (обозначение осей со штрихом) и с инструментом (обозначение осей без штриха), при подготовке УП всегда исходят из того, что инструмент движется относительно неподвижной заготовки. В соответствии с этим и указывают положительные направления осей координат на расчетных схемах, эскизах и другой документации, используемой при программировании. Другими словами, за основную при программировании принимают стандартную систему координат, в которой определены положения и размеры обрабатываемой детали относительно которой перемещается инструмент. Принятое допущение корректируется системой УЧПУ таким образом, что если для реализации запрограммированного движения инструмента относительно заготовки необходимо переместить рабочий орган с инструментом, то это движение выполняется с заданным в УП знаком, а если требуется переместить рабочий орган с заготовкой, то знак направления движения изменяется на противоположный.

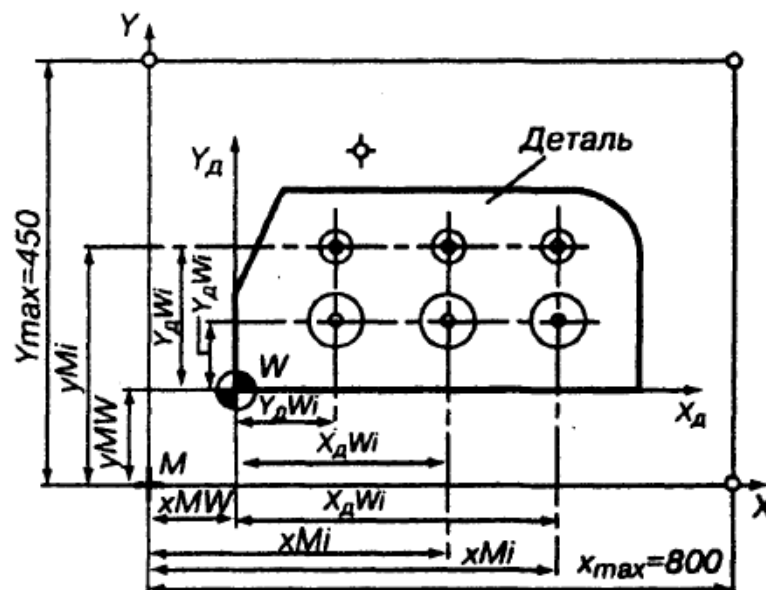


Рис.5 Система координат станка (XMY) и детали (Xd, W, Yd)

Система координат детали.

Система координат детали является главной системой при программировании обработки. Система координат детали — это система, в которой определены все размеры данной детали и даны координаты всех опорных точек контура детали. Система координат детали переходит в систему координат программы — в систему, в которой даны координаты всех точек и определены все элементы, в том числе и размещение вспомогательных траекторий, которые необходимы для составления УП по обработке данной детали. Системы координат детали и программы обычно совмещены и представляются единой системой, в которой и производится программирование и выполняется обработка детали. Система назначается технологом-программистом в соответствии с координатной системой выбранного станка.

В этой системе, которая определяет положение детали в приспособлении, и размещение опорных элементов приспособления, траектории движения инструмента и др., указывается так называемая точка начала обработки — *исходная точка (O)*. Она является первой точкой для обработки детали по программе. Часто точку *O* называют «*нуль программы*». Перед началом обработки центр *P* инструмента должен быть совмещен с этой точкой. Ее положение выбирает технолог-программист перед составлением программы исходя из удобства отсчета размеров, размещения инструмента и заготовок, стремясь во избежание излишних холостых ходов приблизить инструменты к обрабатываемой детали. При многоинструментальной обработке исходных точек может быть несколько — по числу используемых инструментов, поскольку каждому инструменту задается своя траектория движения.

Система координат инструмента.

Система координат инструмента предназначена для задания положения его режущей части относительно державки. Инструмент описывается в рабочем положении в сборе с державкой (рис.6). При описании всего разнообразия инструментов для станков с ЧПУ удобно использовать единую

систему координат инструмента $X_I Z_I$, оси которой параллельны соответствующим осям стандартной системы координат станка и направлены в ту же сторону. Начало системы координат инструмента располагают в базовой точке T инструментального блока, выбираемой с учетом особенностей его установки на станке. При установке блока на станке точка T часто совмещается с базовой точкой элемента станка, несущего инструмент, например с точкой N (рис. 6, в). Режущая часть инструмента характеризуется положением его вершины и режущих кромок. Вершина инструмента задается радиусом закругления r и координатами x_{ITP} и z_{ITP} ее настроечной точки P .

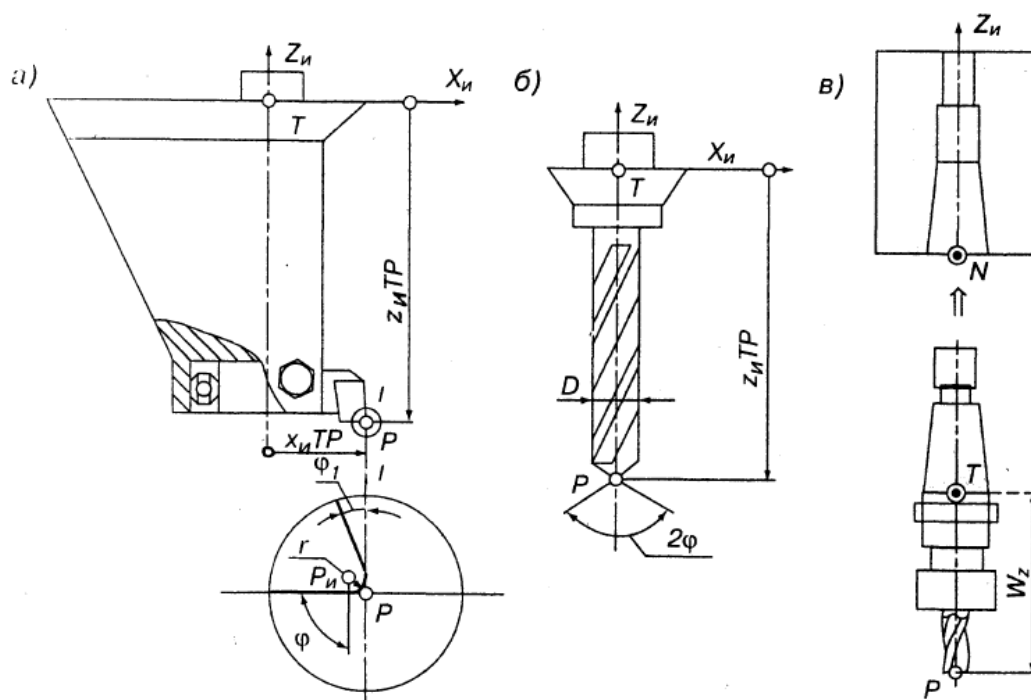


Рис.6 Система координат инструмента:

а - резец; б - сверло; в - схема базирования инструмента

Связь систем координат

При обработке детали на станке с ЧПУ, например на токарном (рис. 7, а) можно выделить три координатные системы. Первая — система координат станка $X M Z$, имеющая начало отсчета в точке M — нуль станка (рис. 7, б). В этой системе определяются положения базовых точек отдельных узлов станка, причем числовые значения координат тех или иных точек (например, точки F на суппорте станка) выводятся на табло цифровой индикации станка. Вторая

координатная система — это система координат детали или программы обработки детали X_jJVZ_a (рис.7, в). И третья система — система координат инструмента XTZ (рис. 7, г), в которой определено положение центра P инструмента относительно базовой точки $F(K, T)$ элемента станка, несущего инструмент. Положение всех точек и элементов всех систем могут переводиться из одной в другую. Положение исходной точки O , как и любой другой точки траектории инструмента, переводится в систему координат станка из системы координат программы (детали) через базовую точку C приспособления ($O—W—C—M$). Центр инструмента P , заданный координатой в системе координат инструмента X_yJZ (см. рис. 7, г), переводится в систему координат станка через базовую точку K суппорта (рис. 7, в), которая задана относительно базовой точки $F(P—K—F—M)$.

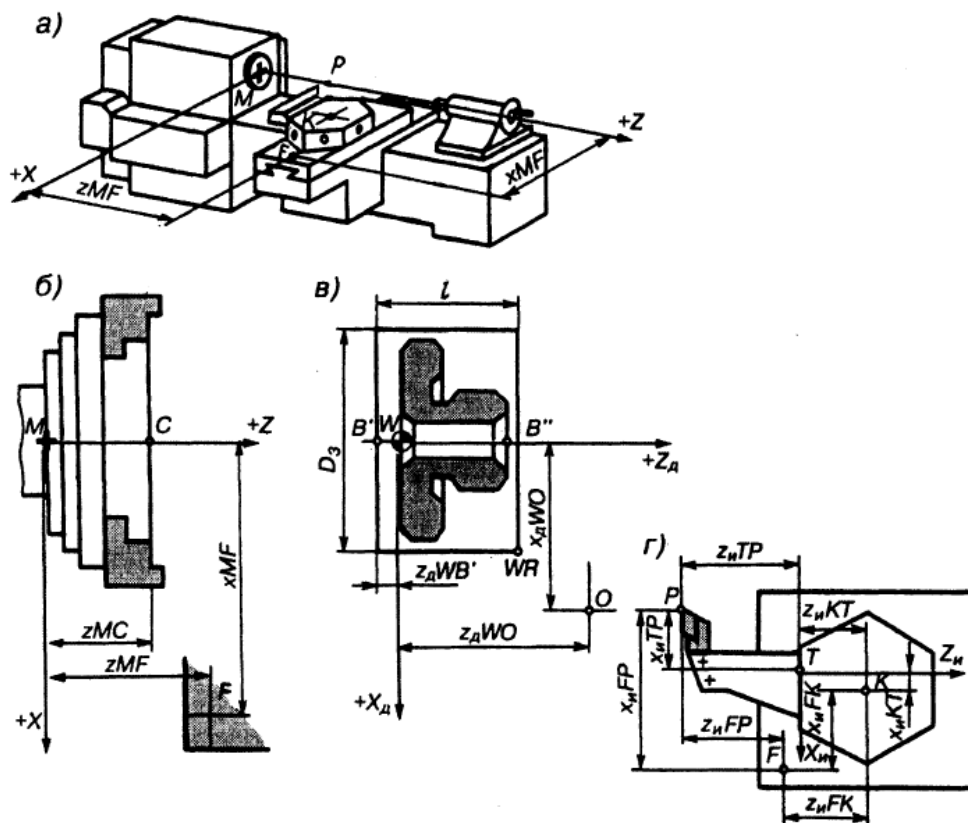


Рис.7 Система координат при обработке на токарном станке

Такая связь систем координат детали, станка и инструмента позволяет выдерживать заданную точность при переустановках заготовки и учитывать диапазон перемещений рабочих органов станка при расчете траектории инструмента в процессе подготовки программы управления.

Вопросы:

1. Для чего служит система координат детали?
2. Чем следует руководствоваться при выборе системы координат?
3. Типовые случаи расчета координат опорных точек.
4. Что такое эквидистанта?
5. Что такое «траектория инструмента» и как она описывается?