

УДК 621.7

В.Ф. Наумов¹, И.Н. Фролова²**ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ
В МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева,¹
ОАО ПКО «Теплообменник»²

Выявлена проблема виртуального описания средств технологического оснащения. Рассматриваются локальные системы координат станка, промышленных роботов, режущих инструментов. Обосновывается необходимость использования глобальной системы координат для реализации виртуальной сборки и оценки формообразующих возможностей технологических металлорежущих систем.

Ключевые слова: технологические металлорежущие системы, локальные системы координат, глобальные системы координат, возможность формообразования заданных поверхностей.

Хорошо известно, что основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются уменьшение срока изготовления продукции, снижение ее себестоимости и повышение качества. В современном мире для обеспечения конкурентоспособности изделия оно должно постоянно совершенствоваться и модернизироваться. Это вызывает постоянную необходимость в изменении документации и отладке процесса производства. В свою очередь, для быстрого и успешного ведения производственной деятельности предприятию необходима современная развитая система автоматизированного проектирования. Особенно это касается мелкосерийного и многономенклатурного производства, когда сроки технологической подготовки производства ограничены.

Одной из наиболее сложных сфер деятельности на предприятии является технологическая подготовка производства. В частности, подбор режущего инструмента и приспособления для обработки конкретной детали на имеющемся на предприятии оборудовании. Инженер-технолог должен перебрать и проанализировать набор технологических металлорежущих систем, средств технологического оснащения. И только после этого «примерить» наиболее оптимальные из них для обработки конкретной поверхности на детали. Эта задача решается, как правило, с использованием программных сред, большинство из которых являются редакторами техпроцессов.

Отечественные программные среды для проектирования технологических процессов: САПР ТП «Вертикаль», «ГFlex Технология» и «ТехноПро». Также существует большое множество зарубежных САПР ТП. Все они, по сути, представляют собой обширные базы данных со всевозможными инструментами их дополнения, редактирования и т.д. Но инженер-технолог вынужден перебирать и анализировать набор технологических металлорежущих систем, количество которых прямо пропорционально его опыту и знаниям особенностей работы станков.

В связи с развитием САД-систем, в частности 3D моделирования, представляется нецелесообразным рутинный и трудоёмкий подбор инструмента, станков и т.д. Инженер-технолог, вводя 3D модель изделия, получает некоторое множество металлорежущих систем с подобранными инструментами, приспособлениями и далее выбирает из них наиболее подходящие варианты. Для этого нужно в автоматическом режиме собрать (соединить) имеющиеся в базе 3D модели станков, инструментов и приспособлений.

Но возникает вопрос: как ориентировать в едином пространстве все эти 3D модели. Ведь каждая из них создана в своей системе координат и ориентирована относительно её. Решением этой проблемы является глобальная система координат (ГСК) для всей технологической металлорежущей системы. В ГСК, следуя определённому алгоритму, можно ориен-

тировать любой станок, любой инструмент, любое приспособление и т.д. и «собирать» их для определения возможности обработки заданных поверхностей

Если оси X , Y и Z имеют фиксированное положение и ориентацию в пространстве, они определяют абсолютную (неподвижную) систему координат, которая называется глобальной системой координат. Эта система отслеживает все объекты в пространстве относительно осей, расположение которых однозначно определено и не меняется во времени.

Если оси не зафиксированы в пространстве, а привязаны к объектам, они определяют локальную систему координат. Эта относительная система координат отслеживает изменение положения, ориентацию и масштаб объектов относительно их локальных осей. Глобальная и локальная системы приведены на рис. 1.

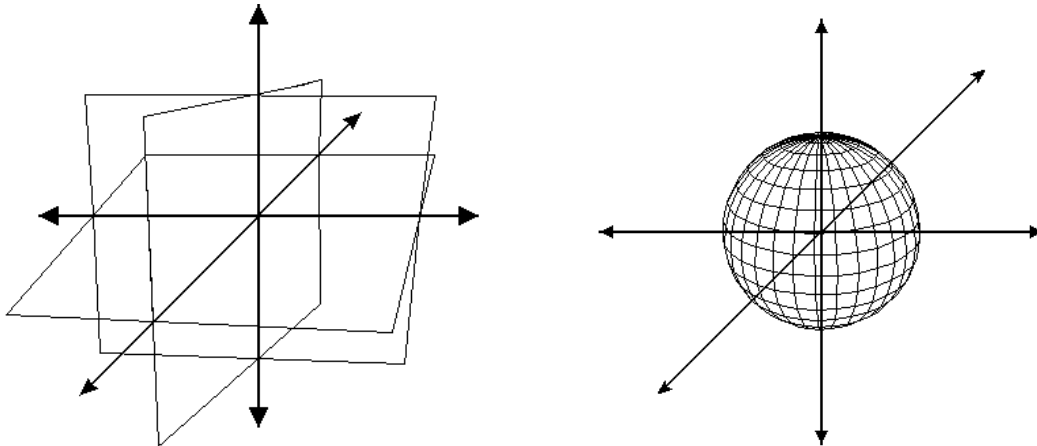


Рис. 1. Системы координат:
а – глобальная; б – локальная

Рассмотрим основные системы координат, используемые в металлообрабатывающей системе.

Система координат станка (СКС)

В соответствии с ГОСТ 23597-79 на станках с ЧПУ принята правая система отсчета координат (рис. 2). Начало СКС обычно совмещается с базовой точкой узла, несущего заготовку, зафиксированного в таком положении, при котором все перемещения рабочих органов станка могли бы описываться положительными координатами. Обозначение координатных осей стандартизовано, чтобы программирование операций обработки не зависело от того, перемещается инструмент или заготовка.

Ось Z_c определяется по отношению к шпинделю, обеспечивающему главное вращательное движение. Положительное направление оси должно совпадать с направлением отвода инструмента от заготовки. Ось X_c располагается горизонтально, параллельно поверхности крепления заготовки. Положительное направление всегда вправо, если смотреть от шпинделя на стол станка.

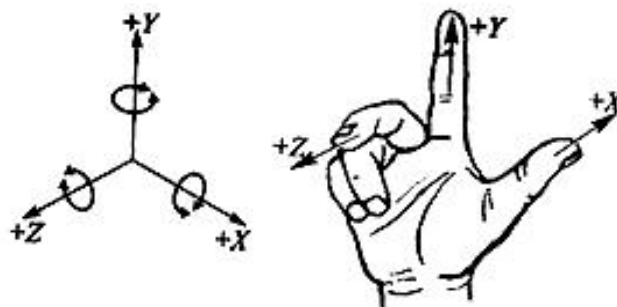


Рис. 2. Правило определения правой прямоугольной системы координат

После выбора осей Xc и Zc ось Yc проставляется таким образом, чтобы образовалась правая система координат. Для этого, глядя на конец оси Z , необходимо повернуть ось X против часовой стрелки на 90° .

Основной недостаток СКС – это произвольный выбор начала системы координат и определение оси Zc по отношению к шпинделю. Станки разного назначения имеют свою систему координат (рис. 3).

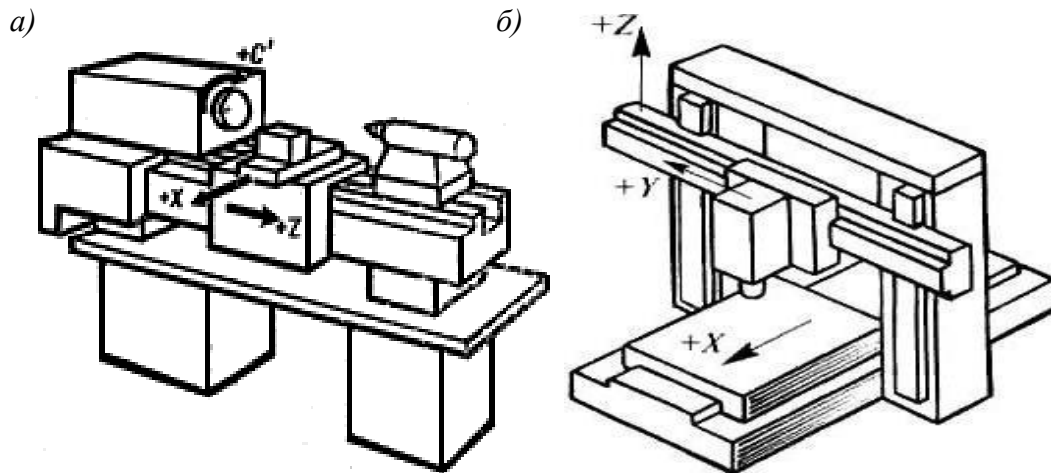


Рис. 3. Расположение осей координат станка:
а – токарного; б - фрезерного

Система координат промышленного робота (СКПР).

Промышленный робот (манипулятор) имеет две главные системы координат.

1. Главная система координат промышленного робота – система координат основания. На рис. 4 она обозначена $X_1 - Y_1 - Z_1$. Ось X_1 должна проходить через проекцию центра C_w рабочего пространства на установочную плоскость основания. Направление оси X_1 может быть определено изготовителем. Ось Y_1 направляется таким образом, чтобы получилась правая прямоугольная система координат.

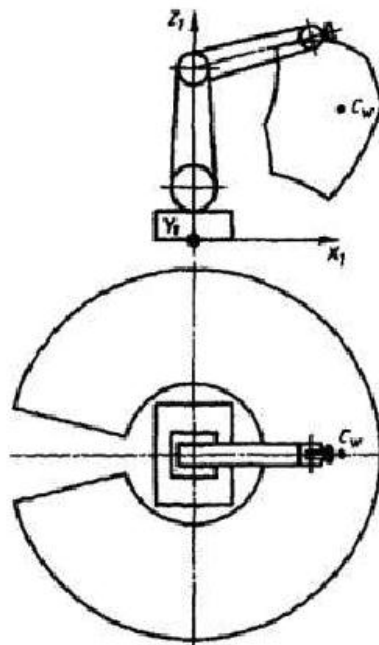


Рис. 4. Расположение осей координат промышленного робота

2. Вторая система координат промышленного робота - система координат механического интерфейса (установочная поверхность на конце исполнительного устройства, к которой присоединяется рабочий орган). На рис. 5 она обозначена $X_M - Y_M - Z_M$.

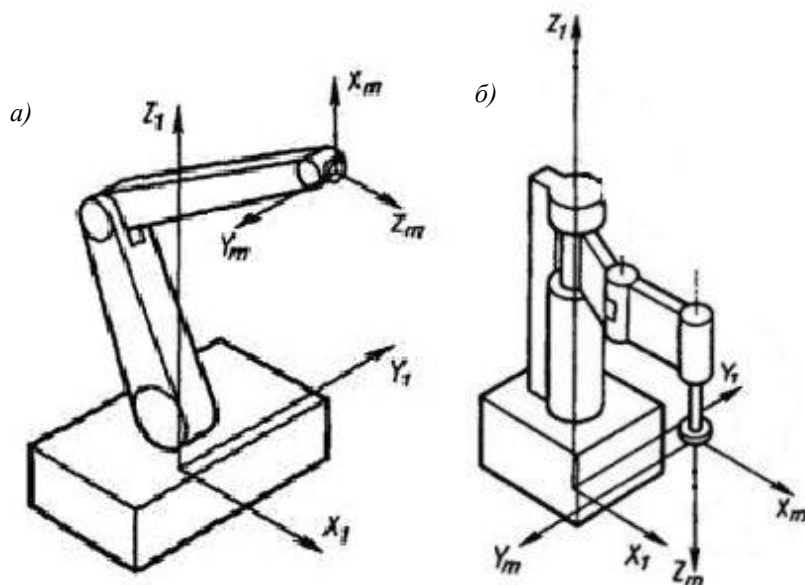


Рис. 5. Расположение системы координат механического интерфейса:

a – оси X_M и Z_M коллинеарны; *б* - оси X_M и Z_M неколлинеарны

Нулевая точка системы координат механического интерфейса должна находиться в центре механического интерфейса. Ось координат Z_M направлена от механического интерфейса к концу рабочего органа. Ось координат X_M находится на пересечении механического интерфейса и плоскости X_1Z_1 или ей параллельной при среднем положении робота по всем осям. Если это невозможно, положение оси X_M должно быть определено изготовителем.

Если оси X_M и Z_1 неколлинеарны, тогда ось X_M должна быть направлена в сторону от оси Z_1 , рис. 5, б). Если же они коллинеарны, тогда направление оси X_M выбирается таким же, как и оси Z_1 , рис. 5, а).

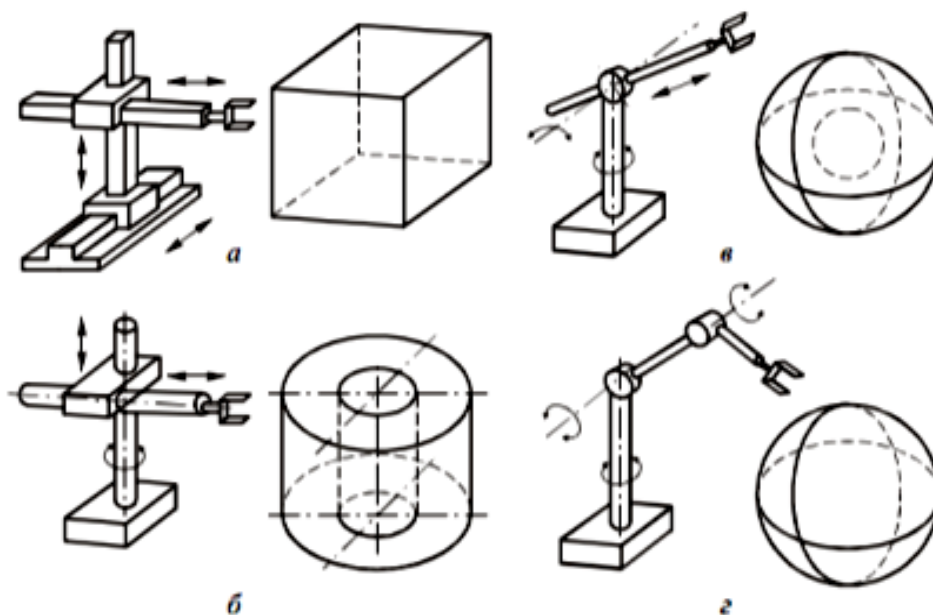


Рис. 6. Виды систем координат промышленных роботов:

a – прямоугольная; *б* – цилиндрическая; *в* – сферическая; *г* – ангулярная

В свою очередь, в зависимости от количества и вида кинематических пар, использованных в конструкции промышленного робота, их движения описываются в четырёх основных системах координат:

1. Робот, работающий в прямоугольной системе координат, рис. 6, а);
2. Робот, работающий в цилиндрической системе координат, рис. 6, б);
3. Робот, работающий в сферической системе координат, рис. 6, в);
4. Робот, работающий в ангулярной (полярной) системе координат, рис. 6, г).

Три поступательные пары, оси которых взаимно перпендикулярны, реализуют схему промышленного робота, работающего в прямоугольной системе координат, с зоной обслуживания в виде параллелепипеда. Две поступательные пары и ротационная пара, ось вращения которой параллельна плоскости, образованной направлением осей поступательных пар, реализует схему промышленного робота, работающего в цилиндрической системе координат с зоной обслуживания в виде полного цилиндра. Две ротационные пары и одна поступательная реализует схему промышленного робота, работающего в сферической системе координат с зоной обслуживания в виде полной сферы. Три ротационные пары реализуют схему робота, работающего в ангулярной системе координат.

Главный недостаток СКПР, как и в случае со станками, это большое разнообразие вариаций расположения координатных осей. Здесь также добавляется вариативность видов систем координат, в которых описываются движение узлов промышленного робота.

Система координат инструмента (СКИ)

В качестве примера рассмотрим фрезу и токарный резец.

Фреза

Ось Z_i совмещена с осью симметрии, ось X_i направлена на кромку зуба и ось Y_i представляется по правилу определения правой прямоугольной системы координат. Локальная система координат фрезы (СКИ) приведена на рис. 7.

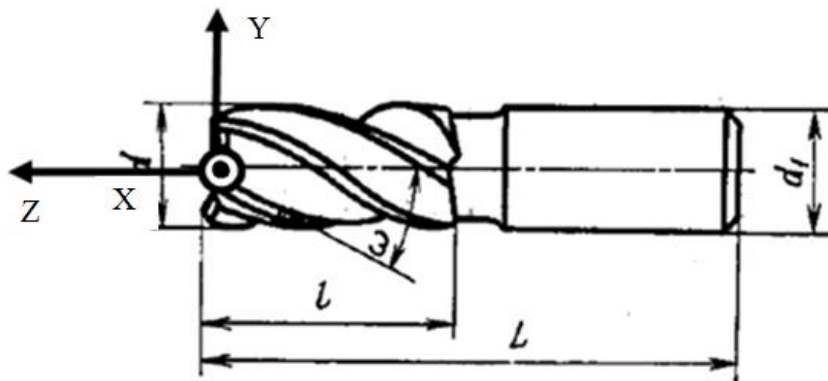


Рис. 7. Расположение осей координат на фрезе

Система координат фрезы описывает геометрию режущей части, все собственные углы инструмента. Так как базирование фрезы на станке или приспособлении происходит не по исполнительным, а по базовым поверхностям необходим переход к ГСК.

Локальная или собственная система координат токарного резца располагается в его вершине. Ось Z направлена вдоль державки, ось X направлена на рабочую зону. Направление оси Y определяется по правилу определения правой системы координат. Собственная система координат резца приведена на рис. 8. У резца, как и у фрезы, СКИ описывает геометрию режущей части.

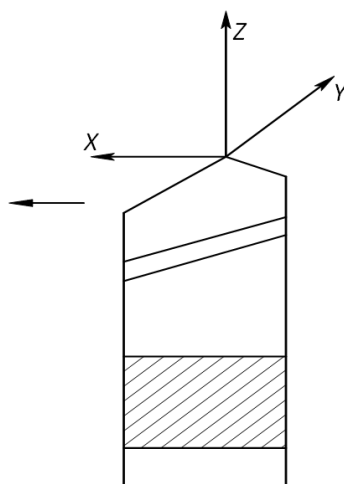


Рис. 8. Расположение осей координат на резце

Выводы

Как видно из рассмотренных основных систем координат, используемых в металлообрабатывающей системе, каждая из них индивидуальна и привязана к своему объекту. А это значит, что сопоставить и подобрать подходящие друг к другу объекты металлообрабатывающей системы для оценки ее формообразующих возможностей весьма проблематично.

Однако, если подходить к этой проблеме с точки зрения реализации виртуальной сборки составных частей в единую технологическую металлорежущую систему, то ввод глобальной системы координат позволяет отслеживать изменения положений инструмента относительно рабочей зоны станка и оценивать возможность формообразования заданных поверхностей.

1. Автоматизированное создание структуры технологического процесса: монография / И.Н. Фролова [и др.]. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2011. – 183 с.

Дата поступления
в редакцию 04.12.2013

V.F. Naumov¹, I.N. Frolova²

GLOBAL COORDINATE SYSTEM IN THE METAL SYSTEM

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev¹,
JSC PDC «Теплобмerrick»²

Purpose: Identify the problem virtual descriptions of technological equipment in the local coordinate system of the machine, industrial robots, cutting tools.

Methodology: Using the global coordinate system for the implementation of virtual assembly and formative assessment opportunities technological metal systems.

Findings: The necessity of using the global coordinate system for the implementation of virtual assembly and formative assessment opportunities technological metal systems.

Key words: metal processing systems, local systems, global coordinate system, the possibility of forming a given surface.