**Лекция 2**

**Классификация ПР и системы координат.**

1. Классификация промышленных роботов

2. Параметры, определяющие технический уровень роботов

3. Системы координат промышленных роботов

4. Число степеней подвижности ПР

**Классификация промышленных роботов.**

**По способу управления различают:**

– роботы с программным управлением, работающие по заранее заданной жесткой программе (роботы первого поколения);

– роботы с адаптивным управлением, которые имеют средства очувствления и поэтому могут работать в заранее не регламентированных и меняющихся условиях, например, брать произвольно расположенные предметы, обходить препятствия и т. д. (роботы второго поколения);

– роботы с интеллектуальным управлением (с искусственным интеллектом), которые наряду с очувствлением имеют систему обработки внешней информации, обеспечивающую им возможность интеллектуального поведения, подобного поведению человека в аналогичных ситуациях (роботы третьего поколения).

Управление движением по отдельным степеням подвижности может быть непрерывным (контурным) и дискретным (позиционным). В последнем случае управление движением осуществляют, задавая конечную последовательность точек и последующее перемещение по ним шагами от точки к точке. Простейшим вариантом дискретного управления является цикловое, при котором количество точек позиционирования по каждой степени подвижности минимально ичаще всегоограничено двумя — начальной и конечной координатами.

**По назначению** ПР могут быть разделены на несколько групп, из которых самый большой класс по распространению составляют ПР, предназначенные для автоматизации процессов машиностроения. Кроме того различают роботы для горнодобывающей и нефтяной промышленности (обслуживание бурильных установок, монтажные и ремонтные работы), металлургии, в строительстве (монтажные, отделочные, транспортные работы), в легкой, пищевой, рыбной промышленности. В последние годы роботы были внедрены на транспорте (включая создание шагающих транспортных машин), в сельское хозяйство, здравоохранение и в военной отрасли.

В машиностроении ПР различают на по следующим группам:

– для обслуживания процессов литейного производства (литейные);

– для обслуживания процессов сборочного производства (сборочные);

– для обслуживания процессов механической обработки;

– для автоматизации штамповочного производства (прессовые);

– для обслуживания процессов сварочных робот (сварочные).

Наибольшее распространение в промышленности ПР получили прежде всего в машиностроении.

**По степени специализации** все ПР вне зависимости от их назначения делятся на три типа: универсальные, специализированные и специальные.

– универсальные (многоцелевые) роботы предназначены для выполнения разных операций и в том числе для работы совместно с разными видами ТО;

– специализированные (целевые) роботы имеют более узкое назначение и осуществляют одну определенную операцию (например, сварку, окраску, обслуживание оборудования определенного вида);

– специальные роботы выполняют только одну конкретную операцию (например, обслуживают конкретную модель технологического оборудования);

**По характеру выполняемых операций** все ПР оделяться на 3 группы:

– производственные (технологические), которые выполняют основные операции ТП и непосредственно в нем учувствуют в качестве производящих или обрабатывающих машин (сварочные, сборочные и т.д.);

– подъемно-транспортные (вспомогательные), которые применяются для обслуживания основного ТО для выполнения вспомогательных операций, а также на транспортно-складских операциях;

– универсальные – выполняют разнородные основные и вспомогательные ТО.

**По типу привода.** Приводы, используемые в роботах, делятся на:

– электрический;

– гидравлический;

– пневматический;

– и пневмогидравлический.

Часто их применяют в комбинации, например, в звеньях манипулятора большой грузоподъемности используют гидравлический привод, а в его захватном устройстве — более простой и маломощный пневматический.

**По грузоподъемности** ПР делятся на:

– сверхлегкие – до 1 кг;

– легкие – до 10 кг;

– средние – до 100 кг;

– тяжелые –до 1000 кг;

– и сверхтяжелые – свыше 1000 кг.

Грузоподъемность робота обусловливается грузоподъемностью его манипуляторов, а при наличии нескольких манипуляторах — грузоподъемностью наиболее мощного из них.

**По количеству манипуляторов** ПР бывают:

– одноманипуляторные (однорукие);

– двурукие;

– трехрукие;

– четырехрукие.

Обычно количество М у роботов ограничено одним. Обычно манипуляторы многорукого робота выполняют одинаковыми, но существуют конструкции роботов с разными М. Например, ПР для обслуживания прессов холодной штамповки с двумя разными М: один основной — для взятия заготовки и установки ее на пресс и другой упрощенной конструкции — для выполнения более простой операции сталкивания готовой детали в бункер.

**Классификация роботов по быстродействию и точности движений.** Эти параметры взаимосвязаны и характеризуют динамические свойства роботов. В робототехнике они являются главными.

Быстродействие манипулятора определяется скоростью его перемещения по отдельным степеням подвижности.

Быстродействие роботов общего применения можно разбить на три следующие группы:

– малое – при линейных скоростях по отдельным степеням подвижности до 0,5 м/с;

– среднее — при линейных скоростях свыше 0,5 до 1 м/с;

– высокое — при линейных скоростях свыше 1 м/с.

Большинство современных роботов имеют среднее быстродействие и только 20 % их общего парка — высокое быстродействие.

Быстродействие современных роботов является пока недостаточным и требуется увеличить его по крайней мере вдвое. Основная трудность здесь связана с известным противоречием между быстродействием и точностью.

Точность манипулятора характеризуется результирующей погрешностью позиционирования (при дискретном движении) или отработки заданной траектории (при непрерывном движении). Чаще всего точность роботов характеризуют абсолютной погрешностью.

Точность роботов общего применения подразделяют на три группы:

– малая — при линейной погрешности от 1 мм и выше;

– средняя — при линейной погрешности от 0,1 до 1 мм;

– высокая — при линейной погрешности менее 0,1 мм.

**По числу степеней подвижности.** Число степеней подвижности – это сумма возможных координатных перемещений объекта манипулирования относительно опорной системы.

**По способу размещения** ПР бывают стационарные и подвижные (передвижные) и подразделяются на напольные, подвесные (перемещаются по поднятому рельсовому пути) и встраиваемыми в другое оборудование (например, в обслуживаемый станок) и т. д. Подвижность робота определяется наличием или отсутствием у него устройства передвижения.

**Параметры, определяющие технический уровень роботов.** Наряду с классификационными параметрами роботы характеризуются параметрами, которые обусловливают их технический уровень. К ним относятся и некоторые из рассмотренных выше параметров, которые могут иметь количественное выражение:

– быстродействие;

– точность, объем памяти;

– число каналов связи с внешним оборудованием и др.

При использовании этих параметров для классификации роботов их разбивают на группы и т.о. определяют тип робота, а сравнительную оценку его технического уровня производят исходя из конкретных численных значений следующих параметров:

– надежность;

– число одновременно работающих степеней подвижности;

– время программирования;

– удельная грузоподъемность, отнесенная к массе робота;

– выходная мощность манипулятора - произведение грузоподъемности на скорость перемещения, отнесенная к мощности его приводов;



– относительные оценки габаритных параметров, манипуляционных кинематических и динамических характеристик, управляемости робота, возможностей программирования, экономической эффективности и т. п.

**Системы координат промышленных роботов.** Система координат (СК), или система координатных перемещений, ПР определяет кинематику основных движений и форму рабочей зоны (зоны обслуживания манипулятора). Системы координат бывают двух видов: прямоугольные и криволинейные.

1. Плоская прямоугольная СК.

Объект манипулирования перемещается в одной плоскости за счет 2-х взаимно перпендикулярных направлений.

Рис. 2

x

z

2. Пространственная прямоугольная СК.

Рис. 3

Отличается относительной простотой и целесообразна при прямолинейном перемещении УЗ.

x

z

y

3. Плоская полярная СК.

Рис. 4

Перемещение объекта происходит в одной плоскости в направлении радиус-вектора  и угла поворота .

x



4. Цилиндрическая СК.

Рис. 5

Характеризуется перемещением объекта в основной координатной плоскости в направлениях  и , а также по нормали к ней z.

x

z



5. Сферическая (полярная) СК.

Рис. 6

Перемещением объекта манипулирования в пространстве осуществляется за счет линейного движения руки ПР на величину  и ее угловых перемещений  и  в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.







Плоские полярные, цилиндрические и сферические перемещения объекта манипулирования являются наиболее распространенными в криволинейной СК. Разновидностью последней являются ангулярная (угловая) плоская и ангулярная пространственная (цилиндрическая или сферическая) СК.

6. Ангулярная плоская СК.

В ангулярной плоской СК объект манипулирования перемещается в координатной плоскости благодаря относительным поворотам звеньев руки М, имеющих постоянную длину.

Рис. 7

2

1

1

2

7. Ангулярная цилиндрическая СК.

Рис. 8

Ангулярная цилиндрическая СК характеризуется дополнительным смещением руки М относительно основной координатной плоскости в направлении перпендикулярной к ней координаты z.

1

2

z

1

2

8. Ангулярная сферическая СК.

В ангулярной сферической СК перемещение объекта в пространстве происходит только за счет относительных угловых поворотов звеньев руки М. При этом хотя бы одно звено должно иметь возможность поворота на углы  и  в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.







Рис. 9

**Число степеней подвижности ПР**

Каждый ПР включает большую группу механизмов, связанных в общую кинематическую цепь. Как правило, каждый такой механизм имеет свой собственный привод и обеспечивает движение одной степени подвижности.

Число степеней подвижности (W) ПР определяет число степеней свободы его полной кинематической цепи относительно звена, принятого за неподвижное, например, относительно неподвижной стойки или основания. Другими словами это сумма возможных координатных перемещений объекта манипулирования относительно неподвижного звена. Причем, при определении числа степеней подвижности принято не учитывать движение захватного устройства (УЗ) при захвате объекта манипулирования.

В общем виде для пространственной кинематической цепи число степеней подвижности ПР определяется по формуле Сомова-Малышева

*W=6n-5p5-4p4-3p3-2p2-p1* (1)

где *n* – общее число подвижности звеньев

*p1 – p5* – число кинематических пар соответственно I и V классов.

Для плоской кинематической цепи число степеней подвижности определяется по формуле П.Л. Чебышева:

*W=3n-2p5-p4* (2)

ПР с 1…3 степенями подвижности, используются при автоматизации несложных технологических процессов для повторяющихся операций.

ПР для более сложных, часто перепрограммируемых процессов могут иметь до 5…6 степеней подвижности.