

Расчет механических систем промышленного робота

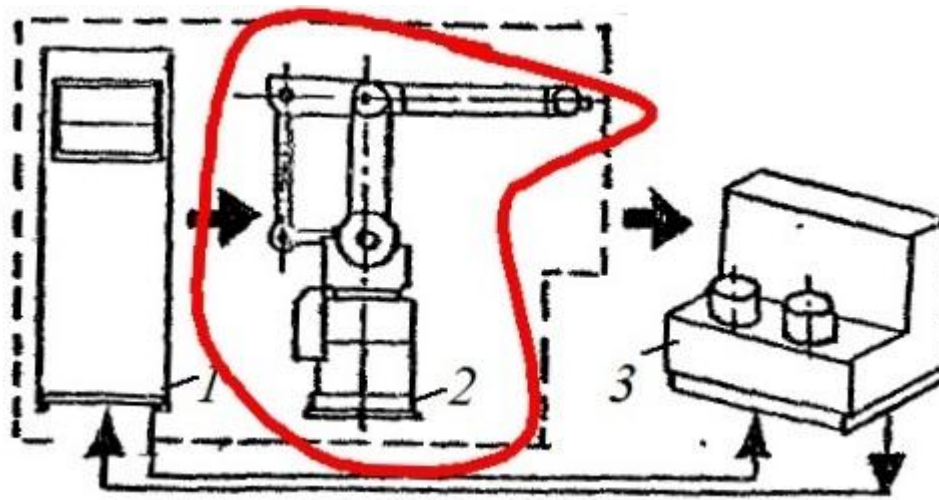
Курсовой проект по дисциплине «Прикладная механика» 2017

Основные задачи

- 1) Проектирование передаточных механизмов движения, определение механических характеристик двигателя.**
- 2) Выполнение расчетов прочности и жесткости элементов конструкций манипуляторов промышленного робота (ПР).**
- 3) Разработка конструкторской документации для узлов и деталей ПР.**

Ход работы

1. Ознакомиться с предложенным в задании манипулятором ПР. Дать функциональную и структурную характеристику ПР.
2. Выбрать расчетную схему и выполнить ориентировочный расчет манипулятора на прочность и жесткость.
3. Обеспечить передачу заданного движения путем расчета характеристики передаточного механизма. Разработать кинематическую и компоновочную схемы механизма.
4. Подобрать двигатель из рекомендованной серии.
5. Выполнить сборочный чертеж и спецификацию узла ПР в соответствии со стандартами ЕСКД.
6. Выполнить рабочие чертежи деталей узла ПР с простановкой полей допусков, шероховатости, покрытия.
7. Оформить пояснительную записку.



Функциональная схема ПР

ПР включает в себя устройство управления 1 и манипулятор 2 – механическую часть ПР. Внешняя среда 3 может представлять собой некоторый объект, на который воздействует или с которым взаимодействует ПР. **Нас интересует манипулятор 2.**

Согласно стандарту ГОСТ 25686-85, ПР – автоматическая машина, представляющая совокупность манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций, заменяющих аналогичные функции человека при перемещении предметов производства и (или) технологической оснастки.

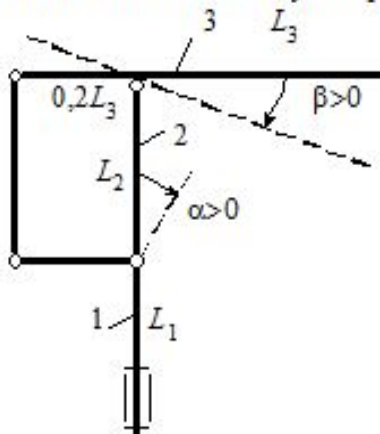
Задание 2

Расчет механических систем промышленного робота типа ASEA

Исходные данные

№ вар	Грузо- подъем- ность кг	L_1 м	L_2 м	L_3 м	$[w]e_2$ мм	V_3 м/с	ω_2 1/с	ω_1 1/с	α гр.	β гр.	t_p с	тип двиг.	сочета- ние движе- ний
2.1	5.0	1.2	1.2	1.7	0.2	2.0	1.8	3.0	-20	0	0.1	ДК	V_3, ω_2

Кинематическая схема манипулятора



Пояснения к таблице исходных данных:

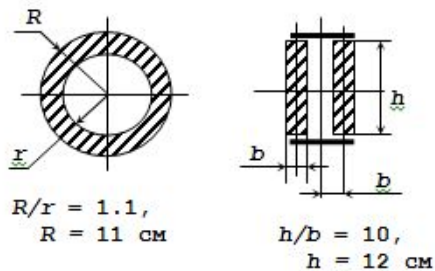
1. Грузоподъемность – это масса груза в захватном устройстве.
2. L_1, L_2, L_3 – длины звеньев (см. кинематическую схему на листе задания).
3. $[w]e_2$ – прогиб, увеличенный в 100 раз, третьего звена манипулятора.
4. V, ω – линейная и угловая скорости звеньев.

5. α и β – углы, определяющие заданную конфигурацию манипулятора.
6. t_p – время разгона третьего звена манипулятора.
7. Все характеристики заданного типа двигателя см. на стр. 31-34 методических указаний.

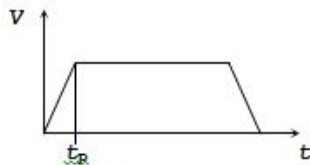
Под таблицей исходных данных приведены значения характеристик материала звеньев манипулятора: допускаемого напряжения $[\sigma]$, модуля нормальной упругости E и плотности γ , диапазон возможных значений углов α и β .

$[\sigma] = 2e8 \text{ Па}$, $E = 2e11 \text{ Па}$, $\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$, $\alpha = [-30, 70]$, $\beta = [-30, 70]$.
 V_3 – скорость подъема руки, ω_2 – угловая скорость качания руки,
 ω_1 – угловая скорость вращения колонны вокруг вертикальной оси.

1. Сечение руки:



2. Закон разгона (торможения), движение равномерно переменное



Далее представлены сечения звеньев манипулятора: в виде кольца и в виде прямоугольника, который образован из двух полос, соединенных планками.

Студент сам выбирает форму поперечного сечения звеньев.

Затем приведен закон разгона и торможения третьего звена. Показано время разгона, значения которого задано в таблице исходных данных.

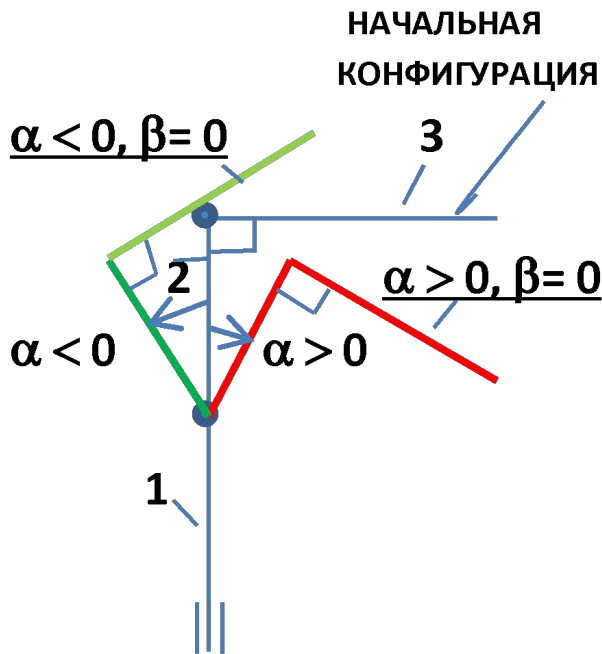
Нельзя путать углы и знаки углов α и β . Правило знаков показано на кинематической схеме манипулятора на листе исходных данных.

Углами задается ваша конфигурация манипулятора. Если она будет другой, то вы решаете не свой вариант!

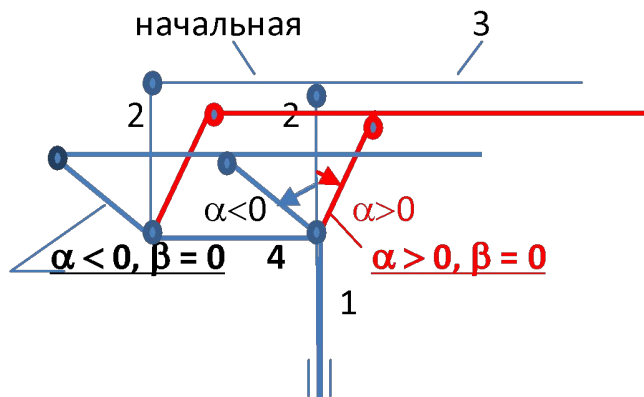
Пример 1

При изменении угла α (отрабатывает привод звена 2) звено 2 в зависимости от заданного знака отклоняется либо вправо, либо влево. А звено 3 при остановленном третьем двигателе (угол $\beta = 0$) не меняет своего положения относительно звена 2 и угол между звеньями 2 и 3 при этом сохраняет первоначальное значение 90° .

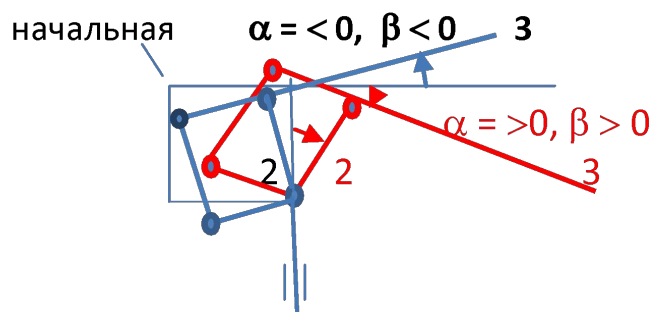
Если α и β не равны 0, то сначала следует отложить угол α . Звено 3 будет составлять со звеном 2 угол 90° . Затем от этого положения повернуть звено 3 на угол β !



Пример 2



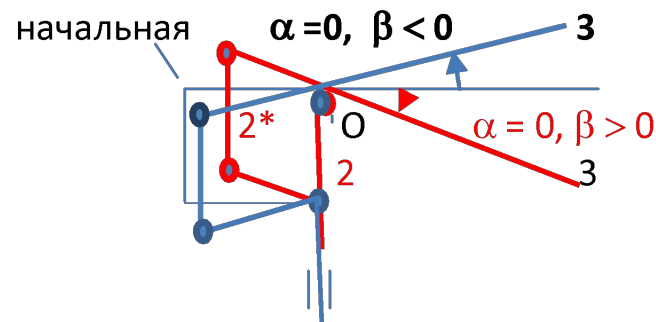
Пример 4



Пример 4

Последовательно
отрабатываем приводами
звена 2 и звена 3.

Пример 3



Манипулятор имеет параллелограммный механизм. Противоположные стороны параллелограммного механизма всегда остаются параллельными при движении звеньев.

Пример 2

Отрабатывает привод звена 2 на угол α . Звено 4 неподвижно. Параллелограммный механизм изменяет форму. Звено 3 смещается параллельно самому себе.

Пример 3

Отрабатывает привод звена 3. Звено 2 неподвижно. Параллелограммный механизм изменяет форму. Звено 3 поворачивается вокруг точки O.

Для заданной конфигурации манипулятора, строим расчетную схему для определения напряженного состояния. Это геометрически неизменяемая система в варианте заторможенных двигателей.

РАСЧЕТ МАНИПУЛЯТОРА НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ

ОБОСНОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ МАНИПУЛЯТОРА ПР ДЛЯ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ

При построении расчетной модели производят идеализацию конструкции манипулятора, пренебрегая факторами, не влияющими на сопротивление деформации и нагрузки.

При обосновании расчетной модели необходимо схематизировать:

- Свойства материала звеньев манипулятора (как правило, сталь).**
- Геометрию звеньев манипулятора (звенья моделируются стержнями).**
- Соединения звеньев между собой (жесткие соединения).**
- Соединения (опоры) звеньев с другими телами.**
- Внешнюю нагрузку.**

Обоснование расчетной модели – см. лекции и стр. 9-12 методических указаний.

Рассмотрим подробнее схематизацию соединений звеньев с другими телами.

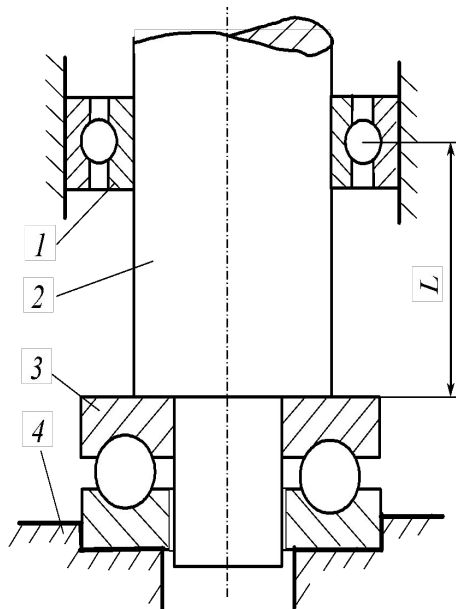
Стационарные ПР не могут перемещаться по цеху. Неподвижное положение ПР обеспечивают опоры колонны. Опорными устройствами являются подшипники качения радиальные (а), радиально-упорные (б) и подпятники (в)



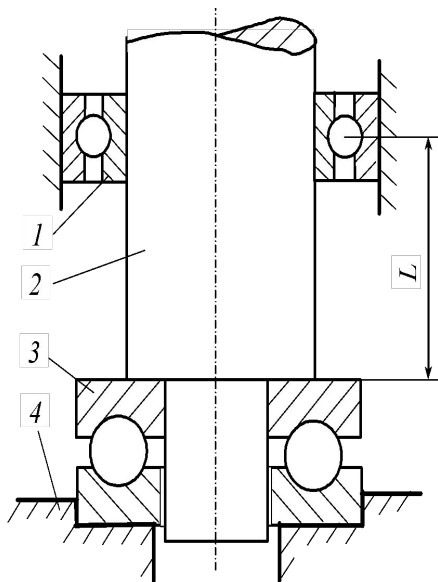
На рис. а представлен радиальный шарикоподшипник, состоящий из наружного 1 и внутреннего 2 колец, шариков 3 и сепаратора 4. Он воспринимает радиальную и частично осевую нагрузки одновременно. Радиальный роликовый подшипник (рис. б) воспринимает только радиальную нагрузку. Подпятник (рис. в) используют в случае действия на колонну осевых нагрузок.

На рисунке показаны опоры колонны 2 манипулятора ПР: подпятник 3 и радиальный подшипник 1. Для обеспечения стабильного вертикального положения колонны манипулятора относительно неподвижного корпуса 4 опоры располагают на некотором расстоянии L друг от друга. При построении расчетных моделей опор необходимо рассмотреть возможные линейные и угловые перемещения, которые могут возникнуть в реальных пространственных опорах. Двигатели заторможены. Целесообразно провести системы координатных осей, совместив их с центрами опор.

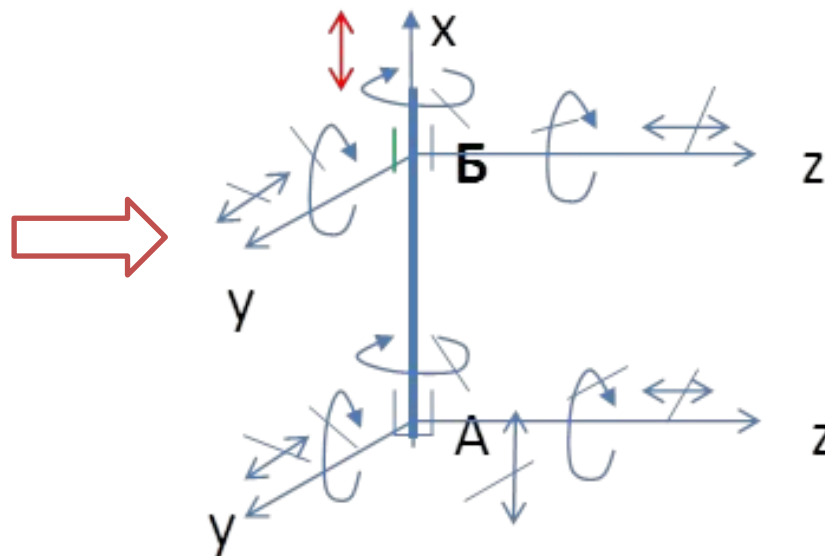
$$L = 0,6 * L_1$$



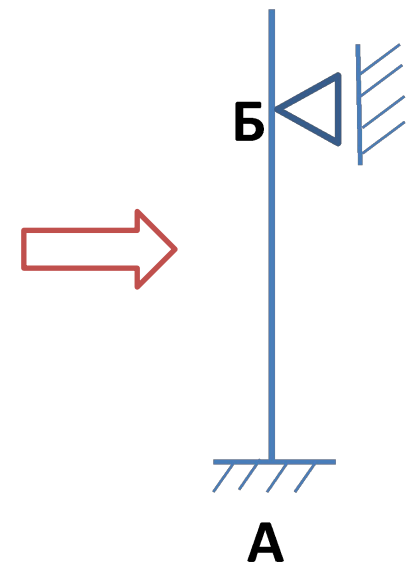
Проведем оси координат так, как показано на рис. б. Ось x вдоль оси колонны. Оси y и z так, чтобы система координат была правой. Поскольку двигатели заторможены, то вращения колонны относительно осей координат в опорах невозможны (зачеркнуты на рисунке). Аналогично смещения вдоль осей координат отсутствуют, кроме вертикального смещения колонны в подшипнике Б (или подшипника в корпусе), что необходимо предусмотреть для компенсации возможных температурных деформаций. Тогда модель реальных опор сводится к моделям опор: к заделке А и шарнирной подвижной опоре Б.



а)

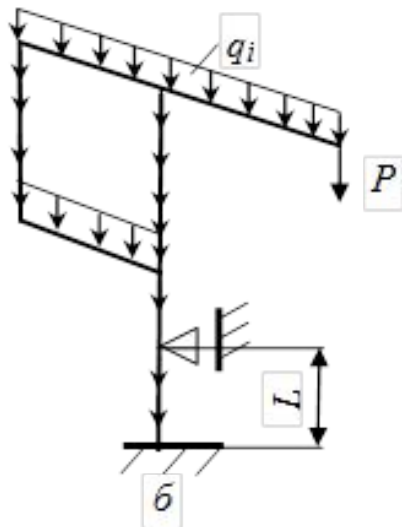


б)



в)

Силы, действующие на звенья манипулятора, лежат в одной вертикальной плоскости. Поэтому реакции в опорах действуют в той же плоскости, и в этом случае модели реальных опор считаем *плоскими*: шарнирно-подвижной опорой и жесткой заделкой. На рисунке показана возможная расчетная модель манипулятора для расчета на прочности и жесткости.



Интенсивность распределенной нагрузки q_i моделирует собственный вес i -го стержня:

$$q_i = \gamma_i * F_i * g,$$

где γ_i – плотность материала стержня (кг/м³), F_i – площадь поперечного сечения (м²), g – ускорение свободного падения (м/с²). Сосредоточенная сила P моделирует вес переносимого груза, который удерживает захватное устройство. Если центр тяжести груза оказывается смещенным относительно центра тяжести захватного устройства, то кроме силы P , на последнее звено будет действовать пара сил, которую необходимо учесть в расчетах.

В результате расчета определяются неизвестные реакции и усилия и затем находятся внутренние усилия в сечениях каждого стержня.

ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ МАНИПУЛЯТОРА

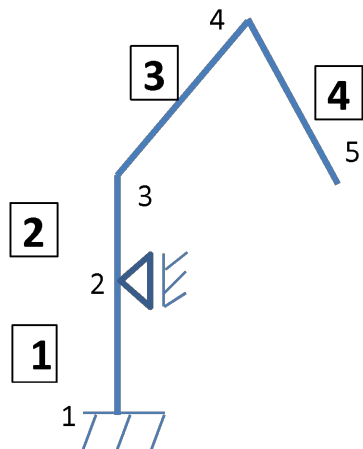
См. файл «исходные данные RAMA»

ЭТАП 1

Основой для подготовки исходных данных служат расчетные схемы, утвержденные преподавателем.

ЭТАП 2

Раму следует представить, состоящей из N стержней, обозначив начало и конец каждого стержня арабскими цифрами. Конец предыдущего стержня и начало следующего имеют одно и то же обозначение. Начало и конец каждого стержня определяют положения узловых точек.



Выбор узловых точек осуществляется произвольно, однако существует ряд узловых точек в раме, которые обязательно должны быть узлами:

- 1) точки соединения 2-х или нескольких стержней,
- 2) точки опор или крепления рамы,
- 3) точки изменения физических и геометрических характеристик сечения стержней,
- 4) точки приложения внешних сосредоточенных сил и моментов,
- 5) точки (начальная и конечная), определяющие границы приложения равномерно распределенных нагрузок на стержень.

Все узлы и стержни рамы пронумеровать натуральными числами, начиная с единицы.

ЭТАП 3:

Выбрать две системы координат (СК): общую и местную.

ОБЩАЯ (ХОУ) СК едина для всей конструкции. Начало координат выбирается произвольно, но рекомендуется связать с манипулятором.

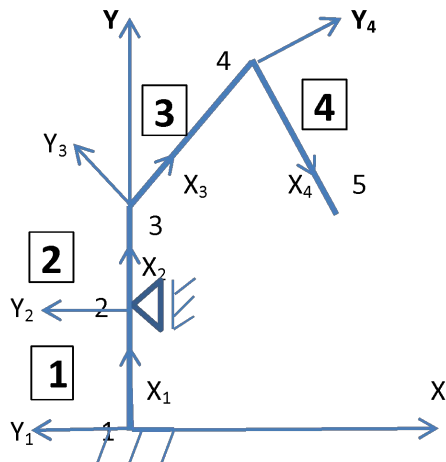
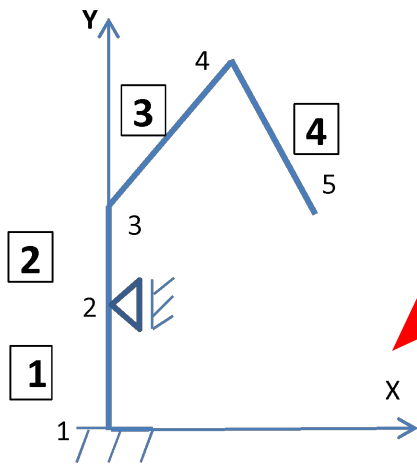
МЕСТНАЯ СК строится для каждого стержня: ось X направляется вдоль оси стержня от начала к концу, ось Y – перпендикулярна оси X и направлена так, чтобы система координат была правой.

Связь между общей и местной системами координат осуществляется матрицей поворота.

Угол поворота местной СК больше 0, если поворот совершается по часовой стрелке (при совмещении местной СК с общей СК).

ЭТАП 4:

Перед использованием программы необходимо иметь заполненную таблицу исходных данных.



Раскрываем папку «Raschet_pl_rami» , заполняем файл VVPL и работать по инструкции в «исходные данные RAMA». Расчет ведется в файле RAM. Результаты необходимо распечатать.