**КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА**

При конструировании наиболее распространенных захватных устройств (ЗУ) роботов необходимо учитывать конкретный тип детали или группы деталей, их форму, материал и условия ТП. Важные критерии при этом – необходима точность удержания детали и допустимое усилие на губках. Исходя из этого разработано большое количество разных ЗУ, которые различаются кинематической схемой и другими конструктивными параметрами.

Усилие ЗУ должно соответствовать одному из значений ряда Ra10 в пределах 1 – 8000 Н: 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000; 6300; 8000.

Расчет ЗУ включает нахождение сил, которые действуют в местах контакта заготовки и губок; определение усилий привода; проверку отсутствия повреждений поверхности объекта при схвате; расчет на прочность деталей устройства.



# P



Рисунок 1.1 - Расчетная схема захвата

Усилие контактирования между деталью и губкой определяется по формуле

(1.1)



где i, j = 1,2; ij,



Т.к. рассчитываемый захват симметричный, рассмотрим схему нагрузки одной из губок (см. рис. 1.2)

a

b

## N

# Q

c



## y

## G

## P

## F

## 4

3

## 2

## 1

Рисунок 1.2 - Схема нагрузки

Рабочие губки 4 соединены тягами с зубчатыми секторами 3, которые находятся в зацеплении с рейкой 2, связанной с тягой 1 привода. При перемещении рейки 2 под действием усилия F электромагнита происходит поворот губок 4 в направлении центра на одинаковые углы и охват объекта манипулирования.

Рассчитываем усилие контактирования между объектом и губкой. Пусть объект манипулирования будет в виде цилиндра массой m = 1кг.

Реакция на одну губку захвата.

(1.2)



где g – ускорение свободного падения.

Усиление контактирования между деталью и губкой определим по формуле (1.1).

При получим:



(1.3)



Коэффициент трения для пары фторопласт – керамика 0,2.

Усилие зажима на губке схвата равно:

(1.4)



Усилия, которые возникают в звеньях схвата при его работе, обозначены на рис. 1.2. Передаточный коэффициент механизма можно найти из условия:

(1.5)



Для определения этой зависимости составим условия равновесия системы относительно точки А (см. рис. 1.2).

(1.6)



т.е. сумма проекций всех сил на произвольно выбранные оси прямоугольных координат x,y и сумма моментов этих сил относительно точки А равняются нулю.

В нашем случае условия равновесия системы относительно точки А записуется в виде:

(1.7)



Решив систему относительно G и F получим уравнение:

, (1.8)



преобразовав которое получим:

или (1.9)



Задавшись соотношением коэффициентом запаса и коэффициентом полезного действия механизма 0,9, найдем:



(1.10)



Что мы проигрываем в рычажном механизме, в силе то мы выигрываем в расстоянии. Ход губок 20 мм, ход штока электромагнита 10мм.



Таким образом усилие электромагнита должно быть F=65H, а ход мм.



Для расчета электромагнита берем короткоходовую магнитную систему постоянного тока (Рис. 1.3).

Прямоходовые системы постоянного тока исполняются, как правило, в виде соленоидов. Поэтому такие системы часто называются соленоидными. В устарелых конструкциях соленоидные системы выполняются с открытым магнитопроводом.

Для удобства выбора формы электромагнита вводится понятие о конструктивном факторе (к. ф.), представляющим собой отношение

к.ф.=, (1.11)



где - сила электромагнита, кг;



- ход штока электромагнита, см.



Выбор формулы определяется на основании следующих соображений:

а) длина электромагнита пропорциональна требуемой величине хода - ;



б) поперечное сечение стали электромагнита определяется величиной требуемой начальной силы .



Каждой форме электромагнита соответствует определенная зона величины к.ф., при которых эта система выполняется с оптимальными данными по расходу материала.

Короткоходовые системы – предусматриваются для получения больших значений сил при относительно малом ходе якоря. Такие системы принимаются при больших значениях конструктивного фактора.

Исходными являются следующие данные:

начальная сила на якоре ;



рабочий ход мм;



рабочее напряжение 24В.



При проведении предварительного расчета не учитывают соленоидной силы, а принимают только силу притяжения якоря к стопу.

Некоторыми значениями параметров, определяющих собой габариты системы, приходится задаваться: индукцией в якоре рабочего зазора, падением магнитного потенциала в стали и в нерабочих зазорах -, температурой превышения катушки, отношением длины намотки катушки к толщине ее. Правильный выбор указанных параметров определяет экономичность конструкции.



y

x

r1

r2

y



Рисунок 1.3 Прямоходовая система с плоским стопом

Отношение длины катушки к толщине намотки.

Площадь сечения меди катушки принимают в зависимости от требуемого значения н.с. F. Значение может быть получено при разных отношениях .



При изменении этого отношения получают разные условия в отношении расхода меди и стали:

1) увеличение приводит к уменьшению расхода меди, так как при этом уменьшается объем меди и увеличивается поверхность охлаждения катушки;



2) уменьшение приводит к увеличению расхода стали, так как при этом увеличивается длина магнитопровода.



Минимальный вес всей конструкции достигается для различных видов электромагнитов и условий их работы разными путями.

Практикой установлено следующее: при относительно большом ходе якоря и малом значении силы принимаются большие значения , при увеличении силы и уменьшении хода – это отношение уменьшается.



Таким образом, и отношение можно фиксировать в функции значения к.ф. Значение колеблется в практически выполненных конструкциях в пределах 18.



Значение выбирается в зависимости от конструктивного фактора и от режима работы катушки: чем больше значение к.ф., тем больше значение (см. Рис. 1.4)



К. Ф.

масштаб II

масштаб I



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 30 40 50 60 70 80

0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 1,0 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

10-4

1

2

3

4

5

6

7

Вр

Вр



Рисунок 1.4 - Кривые зависимости для магнитных систем: масштаб I – сплошные линии; масштаб II – пунктирные.



Короткоходовые системы предусматриваются для получения больших значений сил при относительно малом ходе якоря.

Рассчитаем коэффициент формы к.ф. для взятой короткоходовой системы:

(1.11)



Уравнение силы электромагнита имеет вид:

(1.12)



Согласно графика рисунка 4 (масштаб 1) принимаем индуктивность в якоре

(1.13)



В рационально построенных конструкциях падение магнитного магнитного потенциала в стали магнитопровода составляется при начальном положении якоря 10-20% от величины н.с. катушки, а в нерабочих зазорах 5-10%

Следовательно

(1.14)



Индукция в стали кожуха

(1.15)



Нерабочий зазор определяется толщиной латунной направляющей трубки (порядка 0,5 мм) и зазор между трубкой и якорем. Этот зазор принимают порядка 0,125 мм для случая, когда внутренняя поверхность трубки не обработана, и 0,05 мм для трубки с обработанной внутренней поверхностью.



Отношение бывает в пределах 58 и выбирается также в зависимости от значения к.ф. (график рис. 1.4). Толщина намотки принимается из условия , тогда



Принимаем =0,7 тогда сила притяжения электромагнита будет равна



(1.12)



В процессе выполнения расчета короткоходовой системы мы получили силу притяжения электромагнита равной 70 Н.

**Литература**

1. Аш Ж., Андре П., Бофрон Ж. Датчики измерительных систем. В 2 т. Пер с фр. М.:Мир, 2002;
2. Бауман Э. Измерение сил электрическими методами: Пер. с нем. Мир, 1978. Энергоатомиздат, 2007;
3. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем. М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005
4. Вульвет Дж. Датчики в цифровых системах: Пер. с англ. М.:Энергоиздат, 2001;
5. Гориневский Д.М. Формальский А.М., Шнейдер А.Ю. Управление манипуляционными системами на основе информации об усилиях. М.:Изд.фирма «Физико-математическая литература», 2004;
6. Погребной В.О., Рожанковский И.В., Юрченко Ю.П. Основы информационных процессов в роботизированном производстве;
7. Письменный Г.В., Солнцев В.И., Воротников С.А. Системы силомоментного очувствления роботов. М.: Машиностроение, 2000
8. Системы очувствления и адаптивные промышленные роботы. Под ред.Попова Е.П., Клюева В.В.;
9. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника. Пер. с англ.; Под ред В.Г. Градецкого. Мир, 2009.