***Курсовая работа по курсу***

**“Основы стандартизации и функциональной взаимозаменяемости”**

***Расчет размерных цепей.***

***Вариант 14.***

***Группа И-51***

***Студент Офров С.Г.***

***Преподаватель Гусакова Л.В.***

# 1. Задание.

Решить прямую задачу размерной цепи механизма толкателя, изображённого на рис.1, методами максимума-минимума и теоретико-вероятностным. Выбор способа решения обосновать.

Рис. 1. Механизм толкателя.

1 - поршень, 2 - ролик, 3 - толкатель, 4 - крышка корпуса, 5 - корпус.

Табл.1. Исходные данные.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| Номинал, мм | 210 | 21 | 100 | 126 | 190 |
| Закон распред. | Гаусса | Симпсона | Гаусса | Равновероят. | Симпсона |

0,27

где

A1 – длина поршня,

A2 – радиус ролика,

A3 – расстояние между осями отверстий в толкателе,

A4 – расстояние от торца крышки до отверстия крышки,

A5 – длина корпуса,

A – выход поршня за пределы корпуса,

P – процент риска.

 – угол между горизонталью и прямой, на которой расположены

отверстия в толкателе.

# 2. Расчет размерных цепей.

## 2.1. Основные термины и определения.

Размерной цепью называют совокупность геометрических размеров, расположенных по замкнутому контуру, определяющих взаимоположение поверхностей (или осей) одной или нескольких деталей и непосредственно учавствующих в решении поставленной задачи.

К плоским размерным цепям относят цепи с параллельными звеньями. В моём задании - плоская параллельная цепь.

Размерная цепь состоит из замыкающего звена и составляющих. Замыкающим называется размер, который получается при обработке или сборке размерной цепи последним. Составляющие звенья размерной цепи делятся на *увеличивающие* и *уменьшающие*. Увеличивающим звеном называется такое звено размерной цепи, при увеличении которого и постоянстве размеров остальных составляющих звеньев, размер замыкающего звена увеличивается. Уменьшающим звеном называется такое звено размерной цепи, при увеличении которого и постоянстве размеров остальных составляющих звеньев, размер замыкающего звена уменьшается.

Термины, обозначения и определения размерных цепей приведены в ГОСТ 16319-80.

## 2.2. Характеристики звеньев размерной цепи.

 номинальный размер звена Ai

 допуск на звено i

 координата середины поля допуска oi

 предельные отклонения размера (верхнее и нижнее) вi , нi

## 2.3. Основные формулы и методы решения.

Связь характеристик замыкающего звена с характеристиками составляющих звеньев.

### 2.3.1. Номинальный размер замыкающего звена.

Номинальный размер замыкающего звена размерной цепи вычисляют по формуле:

 m-1

A=iAi (2.1)

 i=1

где i =1,2,...,m - порядковый номер звена,

i - передаточное отношение i-го звена размерной цепи.

Для линейных цепей с параллельными звеньями:

i =1 для увеличивающих звеньев,

i = –1 для уменьшающих звеньев.

### 2.3.2. Координата середины поля допуска замыкающего звена.

Координата середины поля допуска замыкающего звена вычисляют по формуле:

 m-1

o = ioi (2.2)

 i=1

где

 o = (в+н)/2 , oi = (вi+нi)/2

соответствено координаты середин полей допусков замыкающего и составляющих звеньев размерной цепи.

### 2.3.3. Основные методы расчета размерных цепей.

В размерных цепях, в которых должна быть обеспечена 100%-ая взаимозаменяемость, допуски расчитываются по методу максимума-минимума. Методика расчета по этому методу достаточно проста, однако при этом предъявляются слишком жесткие требования к точности составляющих звеньев (а следовательно увеличиваются затраты на изготовление), однако осуществляется полная взаимозаменяемость.

Размерные цепи, в которых по условиям производства экономически целесообразно назначать более широкие допуски на составляющие звенья размерных цепей, допуская при этом у некоторой небольшой части изделий выход размеров замыкающего звена за пределы поля допуска, должны расчитываться теоретико-вероятностным методом. Количество таких бракованных изделий определяется коэффициентом риска t.

### 2.3.4. Допуск замыкающего звена.

Допуск замыкающего звена  вычисляют по формулам

 m-1

 метод максимума-минимума = ii (2.3)

 i=1

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / m-1

 теоретико-вероятностным метод  ti2i2i2 (2.4)

 i=1

где i – допуски составляющих звеньев ;

t – коэффициент риска, который выбирается из таблиц функции Лапласа в зависимости от принятого процента риска p ;

i – коэффициент относительного рассеяния, учитывающий закон распределения размера:

для нормального распределения (Гаусса) i2 =1/9 ,

для закона треугольника (Симпсона) i2 =1/6 ,

для закона равной вероятности или при отсутствии информации о законе распределения i2 =1/3 .

### 2.3.5. Предельные отклонения составляющих звеньев.

Предельные отклонения составляющих звеньев вiи нi вычисляют по формулам:

вi =oi + i/2 , вi =oi - i/2 (2.5)

где oi – координата середины поля допуска i-го звена,

i – допуск i-го звена.

## 2.4. Прямая и обратная задачи размерных цепей.

Прямая задача – синтез точности размерной цепи – не имеет однозначного решения, т.к. заданный допуск замыкающего звена и координата его середины могут быть получены при различных сочетаниях характеристик составляющих звеньев. В формулах (2.1) – (2.4) мы имеем в каждом уравнении неизвестных столько, сколько составляющих звеньев в рассматриваемой размерной цепи. Поэтому эффективномть решения прямой задачи во многом определяется подготовкой конструктора и его опытом. Он должен назначить координаты полей допусков из конструктивных соображений так, чтобы выполнялось уравнение (2.3).

Обратная задача – анализ точности размерной цепи – решается исходя из установленных величин составляющих звеньев. При решении обратной задачи определяются величина номинального размера, величина и координата середины поля допуска и предельные отклонения замыкающего звена. Таким образом в формулах (2.1) – (2.4) в каждом уравнении будет по одному неизвестному. Поэтому обратная задача решается однозначно и является проверочной.

# 3. Решение прямой задачи размерной цепи.

## 3.1. Определение уменьшающих и увеличивающих звеньев цепи.



A3, A2, A1 - увеличивающие звенья, 1 = 2 = 3 = +1 ;

A4, A5 - уменьшающие звенья, 4 = 5 = –1.

## 3.2. Определение номинальных размеров составляющих звеньев и замыкающего звена.

 5

A= i Ai = A1+A2+A3cos-A4 -A5 = 210+21+100cos51-126-190 = -32,008 мм

 i=1

Знак “-” означает, что поршень не выходит за пределы корпуса.

## 3.3. Определение допуска и середины поля допуска замыкающего звена.

мм мм

## 3.4. Сводная таблица составляющих звеньев.

Табл. 2. Сводная таблица составляющих звеньев.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| По ном. размеру | По сложности | Допуск |
| A1 | A3 |  |
| A5 | A4 |  |
| A4 | A5 |  |
| A3 | A1, A2 |  |
| A2 |  |  |

Величина допуска выбирается из конструктивных соображений с учётом размера и сложности изготовления каждого из составляющих звеньев. Наименее сложным в изготовлении является поршень. Далее в порядке увеличения – ролик, корпус. Наиболее сложны в изготовлении расстояни между осями отверстий в толкателе и расстояние от отверстия в крышке до торца крышки.

## 3.5. Выбор метода решения.

Учитывая, что сложность изотовления и размеры звеньев размерной цепи неодинаковы, выбираем стандартный метод решения по ГОСТ 16320-80 “Цепи размерные. Методы расчета плоских цепей”.

## 3.6. Метод максимума-минимума.

### 3.6.1. Назначение допусков на составляющие звенья.

Расчитаем среднее значение допуска составляющих звеньев по формуле:

 

ср––––

 m-1

i

 i=1

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ra5 |
|  | 0,400 |
|  | 0,250 |
|  | 0,160 |
|  | 0,063 |
|  | 0,063 |
|  | 0,748 |

ср 0,75 / 5 = 0,15 мм

Ориентируясь на средний допуск и учитывая данные таблицы 2 выберем из ряда Ra5 нормальных линейных размеров ГОСТ 6636-69 значения допусков на составляющие звенья.

Проверим правильность назначения по формуле (2.3):

0,4+0,25+0,16+0,063+0,063 = 0,748 мм

Расчитанное значение допуска замыкающего звена меньше заданного по условию. При попытке увеличить какой­‑либо из допусков составляющих звеньев значением из ряда Ra5 или Ra10, допуск замыкающего звена становится больше заданного. Значит допуски назначены верно.

### 3.6.2. Назначение координат середин полей допусков составляющих звеньев.

Назначим координаты середин полей допусков составляющих звеньев, руководствуясь конструктивными соображениями:

 на наружный размер 0i = -i/2 ,

 на внутрений размер 0i = +i/2 ,

 на прочие 0i = 0 .

Исходя из рисунка 1 получим:

 01 = -1/2 = -0,0315 мм,

 02 = -2/2 = -0,0315 мм,

 03 = 0,

 04 = 0,

 05 = -5/2 = -0,080 мм.

### 3.6.3. Расчет предельных отклонений составляющих звеньев.

Расчет предельных отклонений (верхнего и нижнего) составляющих звеньев по формуле (2.5):

в1 = 01 + 1/2 = -0,035 + 0,035 = 0 ; н1 = 01 - 1/2 = -0,035 - 0,035 = -0,063 мм

в2 = 02 + 2/2 = -0,035 + 0,035 = 0 ; н2 = 02 - 2/2 = -0,035 - 0,035 = -0,063 мм

в3 = 03 + 3/2 = 0 + 0,2 = +0,200 мм ; н3 = 03 - 3/2 = 0 - 0,2 = -0,200 мм

в4 = 04 + 4/2 = 0 + 0,125 = +0,125 мм ; н4 = 04 - 4/2 = 0 - 0,125 = -0,125 мм

в5 = 05 + 2 = -0,08 + 0,08 = 0 ; н5 = 05 - 5/2 = -0,08 - 0,08 = -0,160 мм

Правильность выполнения расчетов проверим по формулам

 n m-1 m-1

н0iув - 0iум - i/2 = 0 ,

 i=1 i=n+1 i=1

 n m-1 m-1

в0iув - 0iум + i/2 = +0,748 мм .

 i=1 i=n+1 i=1

Сопоставление с условием задачи показывает, что допуски установлены верно.

## 3.7. Теоретико‑вероятностный метод.

### 3.7.1. Расчет значений допусков на составляющие звенья.

По заданному проценту риска p=0,27% определим значение коэффициента риска t по ГОСТ 16320-80:

 t.

Рассчитаем среднее значение допуска составляющих звеньев по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ra20 |
|  | 0,400 |
|  | 0,320 |
|  | 0,250 |
|  | 0,220 |
|  | 0,220 |
|  | 0,7446 |

0,75

ср––––––––– ; ср–––––––––––––––––––––– = 0,243 мм

 / m-1 /

ti2 321/9 + 21/3 + 1/6

 i=1

Ориентируясь на средний допуск и учитывая данные таблицы 2 выберем из ряда Ra20 нормальных линейных размеров ГОСТ 6636-69 значения допусков на составляющие звенья.

Проверим правильность назначения по формуле (2.4):

 –––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––

31/9)0,222 + (1/3)0,222 + (1/9)0,42 + (1/6)0,322 + (1/3)0,252 = 0,7446 мм

Расчитанное значение допуска замыкающего звена меньше заданного по условию. При попытке увеличить какой­‑либо из допусков составляющих звеньев значением из ряда Ra20, допуск замыкающего звена становится больше заданного. Значит допуски назначены верно.

### 3.7.2. Назначение координат середин полей допусков составляющих звеньев.

Действуем аналогично как в пункте 3.6.2. Назначим координаты середин полей допусков составляющих звеньев, руководствуясь конструктивными соображениями:

 на наружный размер 0i = -i/2 ,

 на внутрений размер 0i = +i/2 ,

 на прочие 0i = 0 .

Исходя из рисунка 1 получим:

 01 = -1/2 = -0,110 мм,

 02 = -2/2 = -0,100 мм,

 03 = 0,

 04 = 0,

 05 = -5/2 = -0,125 мм.

### 3.7.3. Расчет предельных отклонений составляющих звеньев.

Расчет предельных отклонений (верхнего и нижнего) составляющих звеньев по формуле (2.5):

в1 = 01 + 1/2 = -0,11 + 0,11 = 0 ; н1 = 01 - 1/2 = -0,11 - 0,11 = -0,220 мм

в2 = 02 + 2/2 = -0,1 + 0,1 = 0 ; н2 = 02 - 2/2 = -0,1 - 0,1 = -0,200 мм

в3 = 03 + 3/2 = 0 + 0,2 = +0,200 мм ; н3 = 03 - 3/2 = 0 - 0,2 = -0,200 мм

в4 = 04 + 4/2 = 0 + 0,16 = +0,160 мм ; н4 = 04 - 4/2 = 0 - 0,16 = -0,160 мм

в5 = 05 + 2 = -0,125 + 0,125 = 0 ; н5 = 05 - 5/2 = -0,125 - 0,125 = -0,250 мм

Правильность выполнения расчетов проверим по формулам

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 n m-1 / m-1

н0iув - 0iум - ti2i2(i/2)2 = 0 ,

 i=1 i=n+1 i=1

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 n m-1 / m-1

в0iув - 0iум + ti2i2(i/2)2 = +0,7446 мм .

 i=1 i=n+1 i=1

Сопоставление с условием задачи показывает, что допуски установлены верно.

## 3.8. Результаты расчета и их анализ.

Табл. 3. Размеры и допуски звеньев, рассчитанные разными методами, мм.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| метод максимума-минимума | 210-0,063 | 21-0,063 | 1000,200 | 1260,125 | 190-0,160 |
| Теоретико‑вероятностный метод | 210-0,220 | 21-0,200 | 1000,200 | 1260,160 | 190-0,250 |

Метод максимума-минимума предъявляет жёсткие требования к точности составляющих звеньев это связано с предположением, что реализуются предельные значения погрешностей составляющих звеньев и они сочетаются наихудшим образом. Отсюда маленькие допуски.

В реальной ситуации чаще всего экономически целесообразно пользуясь теоретико‑вероятностным методом назначать более широкие допуски на составляющие звенья, допуская при этом у некоторой небольшой части изделий выход размеров замыкающего звена за пределы поля допуска.

# 4. Литература.

1. Методические указания к курсовой работе по курсу ”Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения”. Расчет размерных цепей. Расчет кинематической точности кинематических передач и цепей.

2. ГОСТ 6636-69 “Нормальные линейные размеры”

3. ГОСТ 16320-80 “Цепи размерные. Методы расчета плоских цепей.”

# Оглавление.

1. Задание. 1

2. Расчет размерных цепей. 2

2.1. Основные термины и определения. 2

2.2. Характеристики звеньев размерной цепи. 2

2.3. Основные формулы и методы решения. 2

2.3.1. Номинальный размер замыкающего звена. 2

2.3.2. Координата середины поля допуска замыкающего звена. 2

2.3.3. Основные методы расчета размерных цепей. 3

2.3.4. Допуск замыкающего звена. 3

2.3.5. Предельные отклонения составляющих звеньев. 3

2.4. Прямая и обратная задачи размерных цепей. 3

3. Решение прямой задачи размерной цепи. 4

3.1. Определение уменьшающих и увеличивающих звеньев цепи. 4

3.2. Определение номинальных размеров составляющих звеньев и замыкающего звена. 4

3.3. Определение допуска и середины поля допуска замыкающего звена. 4

3.4. Сводная таблица составляющих звеньев. 4

3.5. Выбор метода решения. 5

3.6. Метод максимума-минимума. 5

3.6.1. Назначение допусков на составляющие звенья. 5

3.6.2. Назначение координат середин полей допусков составляющих звеньев. 5

3.6.3. Расчет предельных отклонений составляющих звеньев. 6

3.7. Теоретико‑вероятностный метод. 6

3.7.1. Расчет значений допусков на составляющие звенья. 6

3.7.2. Назначение координат середин полей допусков составляющих звеньев. 7

3.7.3. Расчет предельных отклонений составляющих звеньев. 7

3.8. Результаты расчета и их анализ. 8

4. Литература. 9