# **РАСЧЕТ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ**

# Курсовая работа

# Альбом

#### Проверил:

####  профессор кафедры ТМ

*.*

 “ ”

Выполнил:

 “ ”

# Министерство образования Российской Федерации

Новгородский государственный университет

имени Ярослава Мудрого

кафедра “Технология машиностроения”

## ***Расчет размерной цепи***

### Курсовая работа по учебной дисциплине

##### “Основы технологии машиностроения”

## Пояснительная записка

Великий Новгород

# Содержание

стр.

1. Построение размерной цепи ***3***
2. Расчет размерной цепи методом полной

взаимозаменяемости ***6***

1. Расчет размерной цепи методом не полной

 взаимозаменяемости ***9***

1. Расчет размерной цепи методом пригонки ***12***
2. Технологический процесс изготовления вала ***16***
3. Базирование вала ***17***
4. Список использованной литературы ***21***

**−3−**

1. **Построение размерной цепи**

##### Для исходного звена А****(рисунок 1) строим размерную цепь (рисунок 2). Изобразим эскизы деталей составляющих звеньев (рисунок 3), заметим, что составляющее звено:

##### А**1** – вал,

##### А**2**, А**10** – маслоотражательное кольцо,

##### А**3**, А**9** – подшипник,

##### А**4**, А**8** – крышка,

##### А**5**, А**7** – прокладка,

##### А**6** – корпус,

##### А**11** – втулка.

##### Заметим, что передаточные отношения равны:

**1** = **2** = **4** = **8** = **9** = **10** = **11** = 1;

**5** = **6** = **7** = −1;

Размеры звеньев:

А**Δ** = 0.37±0.04 мм (Т**Δ** = 80мкм);

Α**1** = 45мм; А**7** = 0.5 мм;

А**2** = 1 мм; А**8** = 10 мм;

А**3** = 7 мм; А**9** = 7 мм;

А**4** = 10 мм; А**10** = 1 мм;

А**5** = 0.5 мм; А**11** = наименее важное

А**6** = 91 мм

 А**4** А**3** А**2** А**1** А**Δ** А**11**А**10** А**9** А**8**

 А**5** А**6** А**7**

###### Рисунок 2

**−5−**

 А**1** А**2**, А**10**

а) вал, маслоотражательное кольцо

 А**3**, А**9** А**4**, А**8** А**5**, А**7**А**11**

б) подшипник, крышка, прокладка, втулка

А**6**

###### в) корпус

###### Рисунок 3

**−6−**

1. **Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости**

А**Δ** = 0.37±0.04 мм

Α**1** = 45мм; А**7** = 0.5 мм;

А**2** = 1 мм; А**8** = 10 мм;

А**3** = 7 мм; А**9** = 7 мм;

А**4** = 10 мм; А**10** = 1 мм;

А**5** = 0.5 мм; А**11** = наименее важное

А**6** = 91 мм

A*******i*** A***i*** – номинальный размер исходного звена.

Передаточные отношения составляющих звеньев:

**1** = **2** = **4** = **8** = **9** = **10** = **11** = 1;

**5** = **6** = **7** = −1;

0.37 = −1.5−1−7−10+0.5+91+0.5−10−7−1−А**11**

Α**11** = 10.63 мм;

Τ**Δ** = Σ |ξ***i***| Τ***i*** – допуск исходного звена; Τ**Δ** = 80 мкм

⎧Т**ср**  = ­­­­­­­Τ**Δ**/m−1 = 80/10 = 8 мкм;

⎨

⎩Α**ср** = ΣΑ***i***/***i*** = 26.98 мм;

Размеры принимаем по 3-4 квалитетам точности.

Назначаем допуски:

T**1** = 7 (g4); T**2**=Т**10** = 3 (f4); T**3**=T**9** = 13 (d6); T**4**=T**8** = 5 (js3); T**5**=T**7** = 3 (h4); T**6** = 18 (k4)

Найдем допуск наименее важного звена Т**11**:

Τ**Δ** = Σ |ξ***i***| Τ***i*** ⇒ 80 = 7+3\*2+13\*2+5\*2+3\*2+18+Т**11,**

т.о. Т**11** =7 мкм (4-5 кв-т)

Найдем КСПД Δ**011** и изобразим КСПД составляющих звеньев графически:

Δ**0Δ** = Σ ξ***i*** Δ**0*i***; Δ**01** = −12.5; Δ**02** = Δ**010** = −3.5; Δ**03** = Δ**09** = −44.5; Δ**04** = Δ**08** = 0; Δ**05** = Δ**07** = −1.5; Δ**06** = 8

**−7−**

т.о. −12.5+7.5\*2+44.5\*2+0−1.5\*2+8−Δ**011** = 0, т.е. Δ**011** = 113.5 мкм, изобразим КСПД на рисунке 4.

Выполним проверку:

Δ*в***Δ** = Σ ξ***i*** Δ**0*i***+ Σ |ξ***i***| Τ***i***/2 = 12.5+15+89−3+8−113.5+40 = 40 мкм;

ΔΗ**Δ** = Σ ξ***i*** Δ**0*i*** − Σ |ξ***i***| Τ***i***/2 = 12.5+15+89−3+8−113.5−40 = −40мкм,

т.е. задача выполнена верно.

 А**1** А**2**=А**10** А**3**=A**9** А**4**=A**8**

 −9 -6 −40 −2 +2

 −12.5 −7.5 −44.5

 −16 −9 −49 Δ**04**=Δ**08**=0

 Δ**01**=−12.5 Δ**02**=Δ**010**=−7.5 Δ**03**=Δ**09**=−44.5

 А**5**=Α**7** А**6** А**11**

 −1.5 3 110

 −3 8 113.5

 Δ**05**=Δ**07**=−1.5 13 117

 Δ**06**=8 Δ**11**=113.5

Рисунок 4

Результаты заносим в таблицу 1.

**−8−**

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Обозначение звеньев* | *Номинальные размеры звеньев,* ***Аi****, мм*  | *Передаточные отношения,* ***ξi*** | *Допуски,* ***Тi****, мкм* | *Координаты середин полей допусков,* ***Δ0i*** | *Предельные отклонения размеров, мкм*  | *Квалитет точности по* *СТ СЭВ 145-75* | *Схема расположения допуска* |
| ***ΔΗ*** | ***ΔΒ*** |
| А**Δ** | 0.37 | 1 | 80 | 0 | −40 | +40 |  |  |
| А**1** | 45 | −1 | 7 | −12.5 | −16 | −9  | 4 | g4  |
| А**2** | 1 | −1 | 3 | −7.5 | −9 | −6 | 4 | f4 |
| А**3** | 7 | −1 | 13 | −44.5 | −49 | −40 | 6 | d6 |
| А**4** | 10 | −1 | 5 | 0 | −2 | +2 | 3 | js3 |
| А**5** | 0.5 | 1 | 3 | −1.5 | −3 | 0 | 4 | h4 |
| А**6** | 91 | 1 | 18 | 8 | +3 | +13 | 4 | k4 |
| А**7** | 0.5 | 1 | 3 | −1.5 | −3 | 0 | 4 | h4 |
| А**8** | 10 | −1 | 5 | 0 | −2 | +2 | 3 | js3 |
| А**9** | 7 | −1 | 13 | −44.5 | −49 | −40 | 6 | d6 |
| А**10** | 1 | −1 | 3 | −7.5 | −9 | −6 | 4 | f4 |
| А**11** | 10.63 | −1 | 7 | 113.5 | 110 | 117 | 4÷5 |  |

**−9−**

1. **Расчет размерной цепи методом неполной взаимозаменяемости**

Τ**Δ** = t**Δ**√ Σ λ**2*i*** ξ**2*i*** Τ**2*i*** − допуск исходного звена,

t**Δ** = 3 − коэффициент риска, при степени риска P***i*** = 0.27%,

λ**2** = 1/9 – коэффициент относительного рассеивания для закона нормального распределения;

Т**ср** = Τ**Δ**/t**Δ** √ Σ ξ**2*i*** λ**2*i*** = 80/3 √ 1/9\*11 = 24.12 мкм, т.е. назначаем допуски по 6-7 квалитету:

Т**1** = 25 (g7); T**5** = T**7** = 6 (h6);

T**2** = T**10** = 10 (f7); T**6** = 35 (k6);

T**3** = T**9** = 13 (d6); T**11** − наименее важный

T**4** = T**8** = 15 (js6);

T**11** = √ Τ**Δ**/ t**2Δ** − Σ ξ**2*i*** λ**2*i*** Τ**2*i***− Σ ξ**2*i*** λ**2*i*** Τ**2*i*** = √ 6400/9 − 1/9\*

\*(25**2**+10**2**+13**2**+15**2**+6**2**+35**2**+6**2**+15**2**+13**2**+10**2**) = 21.13 мкм,

принимаем Т**11** = 21 мкм (7 квалитет).

Определим КСПД соответствующих звеньев (рисунок 5):

 А**1** А**2**=А**10** А**3**=A**9** А**4**=A**8**

 −9 -6 −40 −5.5 +5.5

 −21.5 −11 −44.5

 −34 −16 −49 Δ**04**=Δ**08**=0

 Δ**01**=−21.5 Δ**02**=Δ**010**=−11 Δ**03**=Δ**09**=−44.5

 А**5**=Α**7** А**6**

 −3 3

 −6 14

 Δ**05**=Δ**07**=−3 25

 Δ**06**=14

Рисунок 5

**−10−**

Найдем Δ**011**:

Δ**0Δ**= Σ ξ***i*** Δ**0*i***, т.е. 21.5+11\*2+44.5\*2+0−3\*2+14−Δ**011** = 0,

т.о. Δ**011** = 140.5 мкм (рисунок 6)

 A**11**

 137

 140.5

 144

Рисунок 6

Произведем проверку:

Δ*в***Δ** = Σ ξ***i*** Δ**0*i*** + t**Δ** √ Σ ξ***i*** λ***i*** Τ***i*** /2 = 21.5+22+89−6+14−140.5+

+1.5√1/9\*(25**2**+2\*10**2**+2\*13**2**+2\*15**2**+2\*6**2**+35**2**+21**2**) = 39.68 мкм;

ΔН**Δ** = Σ ξ***i*** Δ**0*i*** + t**Δ** √ Σ ξ***i*** λ***i*** Τ***i*** /2 = 21.5+22+89−6+14−140.5−

−1.5√1/9\*(25**2**+2\*10**2**+2\*13**2**+2\*15**2**+2\*6**2**+35**2**+21**2**) = −39.68 мкм,

несовпадение объясняется тем, что мы округлили допуск наименее важного звена до 21 мкм по 7 квалитету.

Результаты заносим в таблицу 2.

**−11−**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Обозначение звеньев* | *Номинальные размеры звеньев,* ***Аi****, мм*  | *Передаточные отношения,* ***ξi*** | *Допуски,* ***Тi****, мкм* | *Координаты середин полей допусков,* ***Δ0i*** | *Предельные отклонения размеров, мкм*  | *Квалитет точности по* *СТ СЭВ 145-75* | *Схема расположения допуска* |
| ***ΔΗ*** | ***ΔΒ*** |
| А**Δ** | 0.37 | 1 | 80 | 0 | −40 | +40 |  |  |
| А**1** | 45 | −1 | 25 | −21.5 | −34 | −9  | 7 | g7 |
| А**2** | 1 | −1 | 10 | −11 | −16 | −6 | 7 | f7 |
| А**3** | 7 | −1 | 13 | −44.5 | −49 | −40 | 6 | d6 |
| А**4** | 10 | −1 | 15 | 0 | −5.5 | +2 | 6 | js6 |
| А**5** | 0.5 | 1 | 6 | −3 | −6 | 0 | 6 | h6 |
| А**6** | 91 | 1 | 35 | 14 | +3 | +13 | 6 | k6 |
| А**7** | 0.5 | 1 | 6 | −3 | −6 | 0 | 6 | h6 |
| А**8** | 10 | −1 | 15 | 0 | −5.5 | +2 | 6 | js6 |
| А**9** | 7 | −1 | 13 | −44.5 | −49 | −40 | 6 | d6 |
| А**10** | 1 | −1 | 10 | −11 | −16 | −6 | 7 | f7 |
| А**11** | 10.63 | −1 | 21 | 140.5 | 137 | 144 | 7 |  |

**−12−**

1. **Расчет размерной цепи методом пригонки**

На все звенья назначаем расширенные допуски по 7-8-му квалитету точности:

Т′**1** = 25 мкм (g7); Т′**5** = Т′**7** = 14 мкм (h7);

Т′**2** = Т′**10** = 33 мкм (f8); Т′**6** = 54 мкм (k6);

Т′**3** = Т′**9** = 13 мкм (d6); Т′**11** = 27 мкм;

Т′**4** = Т′**8** = 18 мкм (js7);

Τ′**Δ** = Σ |ξ***i***| Τ′***i*** = 25+28+26+36+28+54+27 = 224 мкм – расширенный допуск исходного звена.

В качестве компенсатора назначаем втулку, звено − охватываемое и уменьшающее – схема б (рисунок 7)

 А**Δ**

 Δ**0Δ** Τ**Δ**/2

 Τ**Δ**

 Δ***в*Δ**

 **а)**

 Ζ***в*max** Ζ***в*max**

 **б)**

 Δ′**0Δ** Τ′**Δ**/2

 Δ′***в*Δ**

Рисунок 7

Назначаем КСПД составляющих звеньев:

Δ′**01** = −21.5; Δ′**04** = Δ′**08** = 0;

Δ′**02** = Δ′**010** = −13; Δ′**05** = Δ′**07** = −7;

Δ′**03** = Δ′**09**= −44.5; Δ′**06** = 20.5;

Δ′**0k** = Δ′**011** − компенсатор

**−13−**

Δ′**0k** = Δ**0Δ** − Σ ξ***i*** Δ′**0*i*** − 0.5 Σ |ξ***i***| Τ′***i*** + 0.5 Τ**Δ** /ξ**k** =

=(0−(21.5+13\*2+44.5\*2+0−14+20.5)−0.5(25+28+26+36+28+54+

+27))/−1 = 255 мкм

Изобразим КСПД составляющих звеньев графически рисунок 8.

 А**1** А**2**=А**10** А**3**=A**9** А**4**=A**8**

 −9 -6 −40 −9 +9

 −21.5 −13 −44.5

 −34 −20 −49 Δ′**04**=Δ′**08**=0

 Δ′**01**=−21.5 Δ′**02**=Δ′**010**=−13 Δ′**03**=Δ′**09**=−44.5

 А**5**=Α**7** А**6** А**11**

 −7 3 251.5

 −14 20.5 255

 Δ′**05**=Δ′**07**=−7 38 258,5

 Δ′**06**=20.5 Δ′**11**=255

Рисунок 8

Z**kmax** = Τ′**Δ** − Τ**Δ** = 224−80 = 144 мкм – величена компенсации.

Выполним проверку:

Δ*в***Δ** = Σ ξ***i*** Δ′**0*i***+ 0.5 Σ |ξ***i***| Τ′***i*** =

= 143−255+0.5(25+14\*2+13\*2+36+14\*2+54+27) = 40 мкм;

ΔН**Δ** = Σ ξ***i*** Δ′**0*i*** − 0.5 Σ |ξ***i***| Τ′***i*** + Z**kmax** =

= 143−255+0.5(25+14\*2+13\*2+36+14\*2+54+27)+144 = −40 мкм, т.е. расчет выполнен верно.

 Результаты заносим в таблицу 3.

**−14−**

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Обозначение звеньев* | *Номинальные размеры звеньев,* ***Аi****, мм*  | *Передаточные отношения,* ***ξi*** | *Допуски,* ***Тi****, мкм* | *Координаты середин полей допусков,* ***Δ0i*** | *Предельные отклонения размеров, мкм*  | *Квалитет точности по* *СТ СЭВ 145-75* | *Схема расположения допуска* |
| ***ΔΗ*** | ***ΔΒ*** |
| А**Δ** | 0.37 | 1 | 80 | 0 | −40 | +40 |  |  |
| А**1** | 45 | −1 | 25 | −21.5 | −34 | −9  | 7 | g7 |
| А**2** | 1 | −1 | 14 | −13 | −20 | −6 | 8 | f8 |
| А**3** | 7 | −1 | 13 | −44.5 | −49 | −40 | 6 | d6 |
| А**4** | 10 | −1 | 18 | 0 | −9 | +9 | 7 | js7 |
| А**5** | 0.5 | 1 | 14 | −7 | −14 | 0 | 8 | h8 |
| А**6** | 91 | 1 | 54 | 20.5 | +3 | +38 | 7 | k7 |
| А**7** | 0.5 | 1 | 14 | −7 | −14 | 0 | 8 | h8 |
| А**8** | 10 | −1 | 18 | 0 | −9 | +9 | 7 | js7 |
| А**9** | 7 | −1 | 13 | −44.5 | −49 | −40 | 6 | d6 |
| А**10** | 1 | −1 | 14 | −13 | −20 | −6 | 8 | f8 |
| А**11** | 10.63 | −1 | 27 | 255 | 251.5 | 258.5 | 8 |  |

Все значения по трем методам занесем в сводную таблицу 4.

**−16−**

1. **Технологический процесс изготовления вала**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Операция* | *Содержание* | *Станок* | *Оснастка* |
| *00*заготовительная | Отрезать заготовку (прокат) | Фрезерно-отрезной | Призма  |
| *005*фрезерно-центровочная | Фрезеровать торцы и центровать с двух сторон | Фрезерно-центровальный | Призма |
| *010*токарная | Точить шейки и фаски | Токарный  | Поводковый патрон с плавающим центром |
| *015*токарная | Точить шейку и фаску | Токарный  | Поводковый патрон с жестким центром |
| *020*фрезерная  | Фрезеровать лыску  | Горизонтально-фрезерныйный | Призма  |
| *025*фрезерная | Фрезеровать шпоночный паз | Шпоночно-фрезерный | Призма  |
| *030*сверлильная | Сверлить отверстие | Вертикально-сверлильныйный | Призма  |
| *035*зачистная | Зачистить заусенцы | Машина ВМПВ-100 |  |
| *040*термическая | Закалить, отпустить |  |  |
| *045*кругло-шлифовальная | Шлифовать шейки | Кругло-шлифовальный | Центра, хомут |
| *050* | Промыть деталь | Моечная машина |  |
| *055* | Технический контроль |  |  |
| *060* | Нанести антикоррозийное покрытие |  |  |

**−17−**

1. **Базирование вала**

Рассмотрим базирование вала на некоторых операциях (вал изображен на чертеже).

**005** фрезерно-центровочная: приспособление – призма

 **Р Р**

 1 2 3

1 – откидной упор; 2, 3 – призма

Рисунок 9

**010** токарная: обработка в центрах с плавающим центром в поводковом патроне

 1 2 3 4

 **Б**

1 – упор 3 – поводок

2 – плавающий центр 4 – задний центр

Рисунок 10

**−18−**

ω**Б** = ω**бБ** + ω**спид**

ω**бБ** = 0, т.к. ИБ и ТБ совпадают

**ωБ = ωспид**

**015** токарная: обработка в центрах с жестким центром

 К 1 2 3

 **Б**

1 – плавающий центр; 2 – поводок; 3 – задний центр

Рисунок 11

ω**Б** = ω**бБ** + ω**спид**

ω**бБ** = ω**К**

**ωБ = ωК + ωспид**

**020** фрезерная: (фрезеровать лыску) приспособление – призма

 **Р** **Р** **D**

 **О**

**А**

 **F**

 **Е**

 1 2 3

**В**

 1 – упор; 2, 3 – призма

Рисунок 12

**−19−**

ω**Α** = ω**бΑ** + ω**спид**

ω**бΑ** = ω**Β**

ω**А** = ω**Β** + ω**спид**

OE = OF + FE

B = FE = EO − FO

B = (D/2 sinα)− D/2 = D/2 (1−sinα/sinα)

ω**Β** = 0.5Τ**D** ((1/sinα) − 1)

**ωΑ = 0.5ΤD ((1/sinα) − 1) + ωспид**

**025** фрезерная: (фрезеровать шпоночный паз) приспособление – призма

 **Р** **Р**

 **Р**

 1 2 3

1 – упор; 2, 3 - призма

Рисунок 13

**030** сверлильная: приспособление – призма

 **Р** **Р**

 **Р**

 1 2 3

 1 – упор; 2, 3 – призма

Рисунок 14

**−20−**

**045** кругло-шлифовальная: приспособление – центра, хомут

 1 2 3

1 – жесткий центр; 2 – поводок; 3 – задний центр

Рисунок 15

**−21−**

1. **Список использованной литературы**
2. Маталин А.А.: Технология машиностроения – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985 – 496 с.
3. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Анькин, Н.Г. Бойм и др. – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
4. Расчет размерных цепей: метод. указания; сост. Емельянов В.Н., НПИ, Новгород, 1990 – 42 с.