



Теория сборочных размерных цепей

Электронный образовательный ресурс
для магистров всех форм обучения
Практическое занятие № 2

Разработал:

Галкин Михаил Геннадьевич

Доцент кафедры

«Технология машиностроения»

Екатеринбург, 2017

ПРАКТИКА РАЗМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА РЕГУЛИРОВАНИЯ СПОСОБОМ НА МАКСИМУМ-МИНИМУМ

ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Приобретение практических навыков для расчёта параметров регулирующего звена, достаточных для обеспечения точности замыкающего звена сборочной размерной цепи.

ВОПРОСЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

1. Определение параметров замыкающего звена;
2. Назначение допусков на размеры звеньев;
3. Определение величины регулирования;
4. Определение середины поля допуска регулятора;
5. Определение предельных отклонений регулятора;
6. Определение количества ступеней регулирования

Известно, что при использовании метода регулирования детали в сборке изготавливаются в пределах расширенных допусков, а накопленная ошибка на замыкающем звене компенсируется за счёт подбора нужной детали из заранее подготовленного комплекта.

Для примера рассматривается узел фиксирующей опоры конической шестерни (рис.1). В нём вал-шестерня 1 вращается в подшипниках 3, установленных в корпусе конической передачи 2. По условию работы сборочной единицы нужно обеспечить допустимую осевую игру в конических подшипниках в диапазоне 0,05 – 0,17 мм.

Детали, входящие в данную размерную цепь все изготовлены по 12-у качеству и имеют следующие значения, приведённые в табл. 1

Таблица 1

Обозначение	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Номинал (мм)	12	4	25	22	25	88
ES (мм)	0,09	0	0,25	0	0,25	0,18
EI (мм)	-0,09	-0,12	-0,25	-0,2	-0,25	-0,18

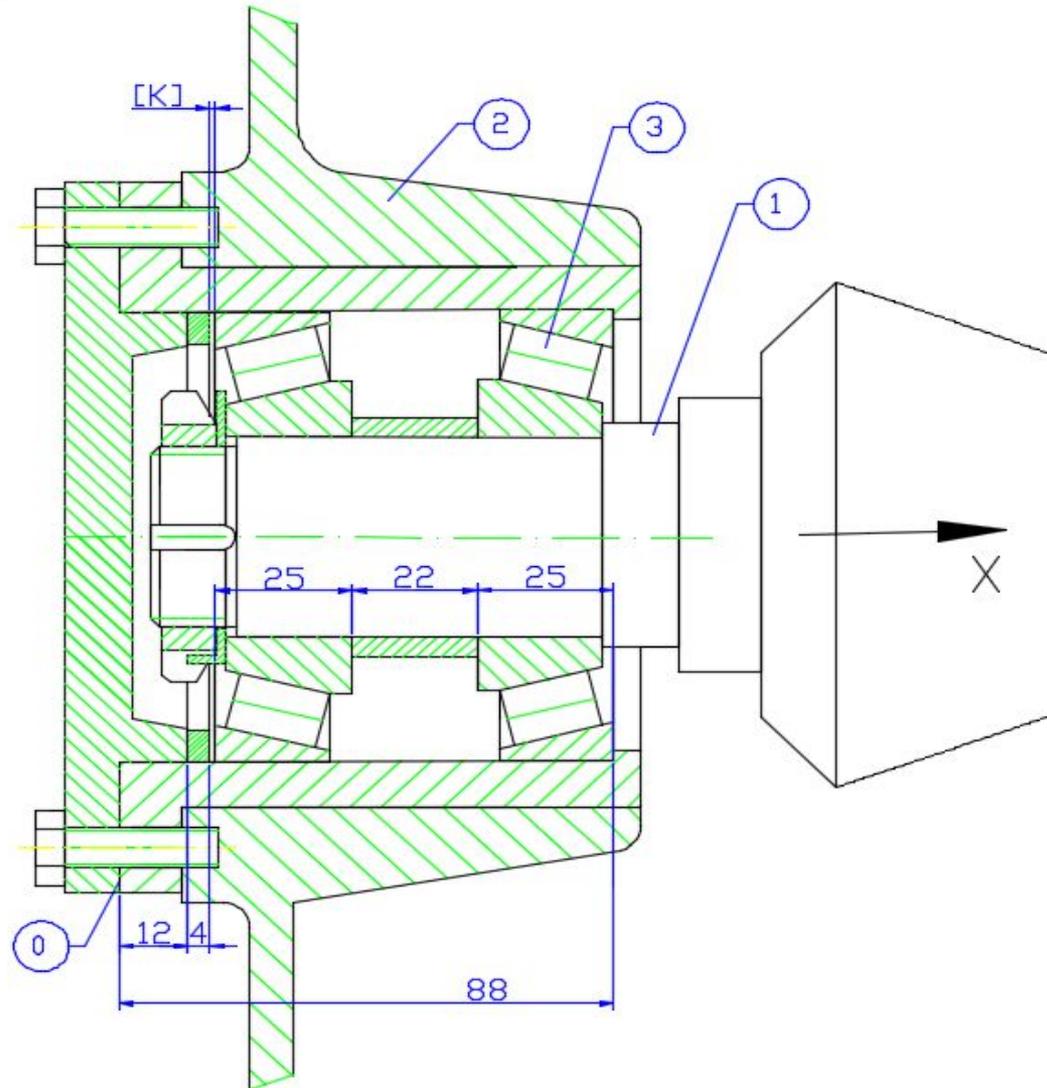


Рис. 1. Сборочная единица конической передачи

Принимая во внимание детали в сборке на рис. 1 необходимо сформировать размерную схему процесса сборки данного узла. Она будет иметь следующий вид, представленный на рис. 2.

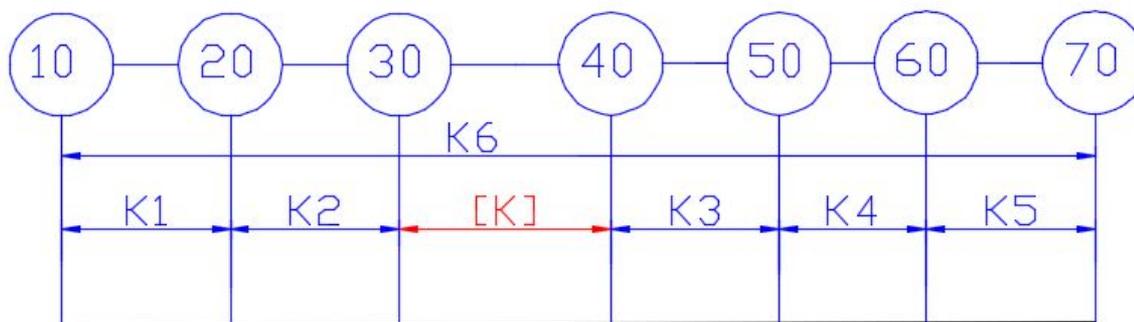


Рис. 2. Размерная схема сборочной единицы

Замыкающее звено с учётом требований, предъявляемых к сборочной единице будет иметь следующие значения: $[K] = 0 \text{ мм}$; $T[K] = 0,12 \text{ мм}$; $ES[K] = 0,17 \text{ мм}$; $EI[K] = 0,05 \text{ мм}$; $C[K] = 0,11 \text{ мм}$.

В соответствии с рис. 2 необходимо составить основное уравнение размерной цепи, которое будет иметь следующий вид:

$$[K] = -K_1 - K_2 - K_3 - K_4 - K_5 + K_6 \quad (1)$$

Откуда номинал замыкающего звена будет иметь следующее значение $[K] = -12 - 4 - 25 - 22 - 25 + 88 = 0 \text{ мм}$.

Для аргументации выбранного метода достижения точности замыкающего звена нужно определить среднюю точность цепи по следующей зависимости, приведённой в лекционном курсе:

$$T_{cp} = T[K] / n \quad (2)$$

Откуда $T_{cp} = 0,12 / 6 = 0,02$ мм.

Исходя из значения среднего допуска T_{cp} для решения задачи требуется назначить в цепи регулирующее звено. Для определения всех его размерных характеристик необходимо кроме абсолютной величины регулирования знать координату середины поля допуска регулятора, а также его верхнее и нижнее предельные отклонения.

Абсолютная величина регулирования Δ определяется также как и для метода пригонки по следующему уравнению:

$$\Delta = T_{\Sigma} - T[K] \quad (3)$$

Координата середины поля допуска регулирующего звена определяется по известной зависимости:

$$C(K_{рег}) = \pm (C(K\Sigma) - C[K]), \quad (4)$$

где $C(K\Sigma)$ – асимметрия суммарного поля допуска размерной цепи;

$C[K]$ – середина поля допуска замыкающего звена.

Знак плюс, стоящий перед скобками в уравнении (4) применяется в том случае, когда замыкающее и компенсирующее звенья находятся в одной ветви размерной цепи и значит имеют одинаковые знаки. Если эти звенья находятся в разных ветвях, то перед скобками в (4) должен стоять знак минус.

Далее зная величину регулирования Δ и координату середины поля допуска звена-регулятора, определяются его предельные отклонения по следующим зависимостям:

$$ES(K_{рег}) = C(K_{рег}) + (\Delta / 2); \quad EI(K_{рег}) = C(K_{рег}) - (\Delta / 2) \quad (5)$$

Далее зная предельные отклонения звена-регулятора и номинал, можно определить его предельные значения по формулам:

$$(K_{рег})_{max} = (K_{рег})_{ном} + ES(K_{рег}) ; (K_{рег})_{min} = (K_{рег})_{ном} + EI(K_{рег}) \quad (6)$$

На следующем шаге определяется число ступеней регулирования. При этом необходимо выполнить условие, которое говорит о том, что шаг отдельной ступени $T_{ст}$ должен быть равен допуску замыкающего звена $T_{ст} = T[K]$. При выполнении этого равенства число ступеней регулирования определится по следующей зависимости:

$$N = \frac{\Delta}{T_{ст}} = \frac{\Delta}{T[K]} + 1 \quad (7)$$

Далее получившееся дробное число ступеней нужно округлить в меньшую сторону.

Допуск на размер отдельной детали, образующей ступень можно брать в пределах 50% от допуска замыкающего звена $T[K]$.

Размер детали отдельной ступени определяется по формуле:

$$(K_{ст})_i = (K_{рег})_{max} - (i - 1) \cdot T_{ст} \quad (8)$$

Далее рассматривается пример решения задачи с использованием метода регулирования для обеспечения точности замыкающего звена, для сборочной единицы на рис 1. А именно, для уравнения размерной цепи (1) нужно будет определить величину регулирования, предельные отклонения регулирующего звена, количество ступеней регулирования и размер детали на каждой ступени регулирования.

В рассматриваемой сборочной единице (рис. 1) в качестве звена-регулятора можно принять дистанционную втулку между крышкой и левым подшипником, у которой размер имеет обозначение K_2 .

Допуски на звенья цепи будут следующими:

$$T(K_1) = 0,18 \text{ мм}; T(K_2) = 0,12 \text{ мм}; T(K_3) = 0,5 \text{ мм}; T(K_4) = 0,2 \text{ мм}; \\ T(K_5) = 0,5 \text{ мм}; T(K_6) = 0,36 \text{ мм}.$$

Суммарный допуск размерной цепи со звеном-регулятором будет иметь следующее значение:

$$T_{\Sigma} = 0,18 + 0,12 + 0,5 + 0,2 + 0,5 + 0,36 = 1,86 \text{ мм}.$$

Величина регулирования в цепи будет иметь следующее значение:

$$\Delta = T_{\Sigma} - T[K] = 1,86 - 0,12 = 1,74 \text{ мм.}$$

Координаты середин полей допусков на звенья цепи будут иметь значения:

$$C(K_1) = 0 \text{ мм}; C(K_2) = -0,06 \text{ мм}; C(K_3) = 0 \text{ мм}; C(K_4) = -0,1 \text{ мм};$$

$$C(K_5) = 0 \text{ мм}; C(K_6) = 0 \text{ мм};$$

Координата асимметрии поля допуска размерной цепи со звеном-регулятором будет иметь следующее значение:

$$C(K_{\Sigma}) = \sum C(K_i)_{ув} - \sum C(K_i)_{ум} =$$

$$= 0 - (0 + (-0,06) + 0 + 0 + (-0,1)) = 0,16 \text{ мм.}$$

Координата середины поля допуска звена-регулятора будет иметь значение по зависимости (4):

$$C(K_{рег}) = (C(K_{\Sigma}) - C[K]) = + (0,16 - 0,11) = 0,05 \text{ мм.}$$

Перед скобкой взят знак плюс, поскольку звено-регулятор и замыкающее звено находятся в одной ветви размерной цепи.

Предельные отклонения для звена-регулятора будут иметь следующие значения по зависимости (5):

$$ES(K_{рег}) = 0,05 + (1,74 / 2) = 0,92 \text{ мм};$$

$$EI(K_{рег}) = 0,05 - (1,74 / 2) = -0,82 \text{ мм}.$$

На следующем шаге нужно найти предварительные предельные размеры регулятора по зависимости (6) .

$$(K_{рег})_{max} = (K_{рег})_{ном} + ES(K_{рег}) = 4 + 0,92 = 4,92 \text{ мм}$$

$$(K_{рег})_{min} = (K_{рег})_{ном} + EI(K_{рег}) = 4 + (-0,82) = 3,18 \text{ мм};$$

На следующем шаге определяется число ступеней регулирования по зависимости (7)

$$N = \frac{\Delta}{T[K]} + 1 = \frac{1,74}{0,12} + 1 = 15,5$$

Далее нужно округлить число ступеней N до целого числа. Окончательно N = 15.

Далее необходимо определить размеры деталей для всех ступеней.

$$(K_{ст})_1 = (K_{рег})_{max} = 4,92 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_2 = (K_{рег})_{max} - T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,12 = 4,8 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_3 = (K_{рег})_{max} - 2T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,24 = 4,68 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_4 = (K_{рег})_{max} - 3T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,36 = 4,56 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_5 = (K_{рег})_{max} - 4T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,48 = 4,44 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_6 = (K_{рег})_{max} - 5T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,6 = 4,32 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_7 = (K_{рег})_{max} - 6T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,72 = 4,2 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_8 = (K_{рег})_{max} - 7T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,84 = 4,08 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_9 = (K_{рег})_{max} - 8T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 0,96 = 3,96 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_{10} = (K_{рег})_{max} - 9T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 1,08 = 3,84 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_{11} = (K_{рег})_{max} - 10T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 1,2 = 3,72 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_{12} = (K_{рег})_{max} - 11T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 1,32 = 3,6 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_{13} = (K_{рег})_{max} - 12T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 1,44 = 3,48 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_{14} = (K_{рег})_{max} - 13T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 1,56 = 3,36 - 0,06 \text{ мм};$$

$$(K_{ст})_{15} = (K_{рег})_{max} - 14T_{ст} = 4,92 \text{ мм} - 1,68 = 3,24 - 0,06 \text{ мм};$$