

5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯМОСТИ

5.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ МЕТОДОМ МАКСИМУМА-МИНИМУМА

Расчёт размерной цепи методом максимума-минимума применяется при индивидуальном и мелкосерийном производстве, проектировании единичных приспособлений. При использовании этого метода исходят из того, что все детали, входящие в сборочную единицу, имеют предельные максимальные или минимальные отклонения от номиналов и сборку производят при самом неблагоприятном сочетании размеров деталей.

Поверочный расчёт (задача анализа) линейной размерной цепи методом максимума-минимума состоит в определении номинального и среднего значений размеров замыкающего звена, предельных отклонений и предельной погрешности или допуска размера замыкающего звена.

Номинальное значение размера замыкающего звена определяется по выражению

$$N_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \vec{N}_i - \sum_{j=1}^n \vec{N}_j \quad (1)$$

Среднее значение замыкающего звена определяется выражением

$$N_{\Sigma cp} = \sum_{i=1}^m (\vec{N}_i)_{cp} - \sum_{j=1}^n (\vec{N}_j)_{cp} \quad (2)$$

Максимальное (минимальное) значение размера замыкающего звена линейной размерной цепи можно получить, подставив в (2) вместо номинальных размеров составляющих звеньев максимальные (минимальные) размеры всех увеличивающих звеньев и минимальные (максимальные) уменьшающих:

$$N_{\Sigma max} = \sum_{i=1}^m (\vec{N}_i)_{max} - \sum_{j=1}^n (\vec{N}_j)_{min} \quad (3)$$

$$N_{\Sigma min} = \sum_{i=1}^m (\vec{N}_i)_{min} - \sum_{j=1}^n (\vec{N}_j)_{max} \quad (4)$$

Предельное верхнее $(\Delta_e)_{\Sigma}$ и нижнее $(\Delta_n)_{\Sigma}$ отклонения размера замыкающего звена от номинального, выраженные через верхние и нижние отклонения размеров составляющих звеньев, определяются как разность предельных размеров замыкающего звена и номинального размера

$$(\Delta_e)_{\Sigma} = N_{\Sigma max} - N_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m (\vec{\Delta}_e)_i - \sum_{j=1}^n (\vec{\Delta}_n)_j \quad (5)$$

$$(\Delta_n)_{\Sigma} = N_{\Sigma min} - N_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m (\vec{\Delta}_n)_i - \sum_{j=1}^n (\vec{\Delta}_e)_j \quad (6)$$

Предельная величина погрешности размера замыкающего звена равна разности между его максимальным и минимальным значениями:

$$\Delta N_{\Sigma} = N_{\Sigma \max} - N_{\Sigma \min} = \left[\sum_{i=1}^m (\vec{N}_i)_{\max} - \sum_{i=1}^m (\vec{N}_i)_{\min} \right] + \left[\sum_{j=1}^n (\vec{N}_j)_{\max} - \sum_{j=1}^n (\vec{N}_j)_{\min} \right] = \sum_{i=1}^{m+n} \Delta N_i \quad (7)$$

где ΔN_i - погрешности размеров составляющих звеньев.

Заменив в (7) погрешности размеров составляющих звеньев допусками на них, можно перейти к уравнению допуска замыкающего звена.

При расчёте размерной цепи методом максимума – минимума значение допуска замыкающего звена равно сумме абсолютных значений допусков составляющих звеньев.

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_i^{m+n} \Delta_i \quad (8)$$

При расчёте размерных цепей, как правило, оперируют с половинами полей допусков δ и средними значениями отклонений Δ_{cp} , которые определяются из соотношений:

$$\delta = \frac{\Delta}{2} = \frac{\Delta_e - \Delta_n}{2} \quad (9)$$

$$\Delta_{cp} = \frac{\Delta_e + \Delta_n}{2} \quad (10)$$

Выражения (9) и (10) позволяют решить задачу поверочного расчёта размерной цепи, когда известными являются не предельные размеры составляющих звеньев, а их предельные отклонения. В этом случае расчёт размерной цепи ведётся в следующем порядке:

1. По формулам (9) и (10) определяются половины полей допусков составляющих звеньев δ_i и средние значения отклонений размеров составляющих звеньев Δ_{icp} от номинального.

2. Согласно (8) находят половину поля допуска размера замыкающего звена

$$\delta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m+n} \delta_i \quad (11)$$

3. По формуле, полученной из (5) и (6) с учётом (10) определяют среднее значение отклонения размера замыкающего звена от номинального

$$\Delta_{\Sigma cp} = \frac{(\Delta_e)_{\Sigma} + (\Delta_n)_{\Sigma}}{2} = \sum_{i=1}^m \vec{\Delta}_{icp} - \sum_{j=1}^n \vec{\Delta}_{icp} \quad (12)$$

4. Находят допуск размера замыкающего звена

$$\Delta_{\Sigma} = 2 \cdot \delta_{\Sigma} \quad (13)$$

5. Рассчитывают предельные отклонения размера замыкающего звена:

$$(\Delta_e)_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma cp} + \delta_{\Sigma} \quad (14)$$

$$(\Delta_n)_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma cp} - \delta_{\Sigma} \quad (15)$$

6. Определяют размеры замыкающего звена

$$N_{\Sigma max} = N_{\Sigma} + (\Delta_e)_{\Sigma} \quad (16)$$

$$N_{\Sigma min} = N_{\Sigma} + (\Delta_n)_{\Sigma} \quad (17)$$

Проектный расчёт размерных цепей заключается в том, что по заданному номинальному значению замыкающего звена и допуску на него определяют номинальные размеры и рациональные допуски на составляющие звенья. Решение задачи проектного расчёта (задача синтеза допусков) идёт по следующей последовательности:

7. Задаются номинальный N_{Σ} и предельные $N_{\Sigma max}$ и $N_{\Sigma min}$ размеры замыкающего звена, по которым согласно (7) определяют заданную величину поля допуска размера замыкающего звена Δ_{Σ} и его половину δ_{Σ} ,

8. По формулам (5) и (6) определяют заданные значения предельных отклонений $(\Delta_e)_{\Sigma}$ и $(\Delta_n)_{\Sigma}$,

9. По формуле (12) находят заданное значение среднего отклонения размера замыкающего звена $\Delta_{\Sigma cp}$.

Заданный допуск замыкающего звена распределяется между составляющими звеньями цепи в соответствии с равенством (8).

10. Исходя из полученных допусков на размеры составляющих звеньев и технологии изготовления деталей назначают предельные отклонения размеров составляющих звеньев $(\Delta_e)_i$ и $(\Delta_n)_i$.

11. По формулам (9) и (10) находят среднее значения отклонений.

12. По полученным значениям $\Delta_{i cp}$ с помощью (12) определяют расчётную величину среднего отклонения размера замыкающего звена $\Delta_{\Sigma cp}$, которая сравнивается с заданной $\Delta_{\Sigma cp}$. При несовпадении сравниваемых величин в значение $\Delta_{i cp}$ вносятся необходимые изменения и производится повторный расчёт $\Delta_{\Sigma cp}$ по формуле (12). Вычисления продолжаются до равенства расчётной и заданной $\Delta_{\Sigma cp}$.

Достоинством метода максимума-минимума является его сравнительная простота. Однако если учесть, что в большинстве случаев рассеивание размеров деталей в пределах поля допуска соответствует нормальному закону распределений, то предельные размеры имеют лишь незначительное количество деталей и при большом количестве деталей в сборочном соединении вероятность неблагоприятного сочетания размеров

весьма мала. Поэтому применение метода максимума-минимума в известной мере ограничено, так как в большинстве случаев он экономически не оправдан.

.