

УДК 621.757

Е. С. Слащев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В. Б. Федоров, кандидат технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СБОРКИ ГРУППОВОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Рассматривается совершенствование метода групповой взаимозаменяемости за счет изменения параметров увеличивающих и уменьшающих звеньев. Определены рекуррентные формулы для расчета верхних и нижних отклонений групповых допусков, на основе которых составляется программа ЭВМ.

Ключевые слова: метод групповой взаимозаменяемости, размерная цепь, рекуррентные формулы, сборка, верхнее и нижнее отклонения.

Достижение точности замыкающего звена методом групповой взаимозаменяемости подробно исследовано в работах [1, 2, 3]. При разработке метода групповой взаимозаменяемости авторами этих работ были определены следующие закономерности.

1. Размерную многозвенную цепь всегда можно привести к трехзвенной путем суммирования размеров звеньев в каждой из ветвей размерной цепи.

2. Для получения требуемой средней величины зазора $\Delta_{\text{ср}}$ у изделий, собранных из деталей каждой из групп, необходимо установить равные величины допусков на составляющие звенья размерной цепи:

$$\delta_o = \delta_v. \quad (1)$$

3. При переходе от трехзвенной размерной цепи к многозвенной необходимо, чтобы сумма допусков увеличивающих звеньев размерной цепи была равной сумме допусков всех уменьшающих звеньев:

$$\sum_{i=1}^n \delta_{\text{ув}} = \sum_{i=1}^n \delta_{\text{ум}}. \quad (2)$$

Равенство (2) позволяет устанавливать на каждое увеличивающее и уменьшающее звено разные по величине допуски. При этом необходимо сохранять условие разделения δ_o и δ_v на n групп.

4. Установление допусков на относительный поворот поверхностей, отклонения геометрической формы и шероховатость должны быть меньше, чем групповые допуски.

Анализ научных работ [4, 5] по групповой взаимозаменяемости показал, что все исследователи используют эти закономерности, причем множество работ по совершенствованию метода сводятся к определению влияния вероятностных кривых рассеяния на собираемость изделия, разработке устройств

для автоматизации сортировки на группы и форм организации труда с учетом экономичности.

В данной работе поставлена цель расширения технологических возможностей метода групповой взаимозаменяемости за счет изменения допусков, а также вывод рекуррентных формул для использования их в ЭВМ.

Рассмотрим схемы расположения допусков (рис. 1). Первая схема (а) классическая, в которой производственный (расширенный) допуск $T_{\Delta\Delta} = 0,8$ разбивается на четыре группы. Количество групп n определяется как $n = \frac{T_{\Delta\Delta}}{[T_{\Delta\Delta}]} = 4$, где $[T_{\Delta\Delta}] = 0,2$ – требуемый допуск.

При этом, учитывая закономерность (1), получим: $T_{\Delta\Delta\text{ув}} = T_{\Delta\Delta\text{ум}} = 0,4$.

Вторая схема (рис. 1 в, з) предусматривает расположение полей допусков при оптимальном положении $\Delta_k = 0$ и $\Delta_k = 0,1$. При оптимуме средние зазоры:

$$S_{\text{ср}2} = \frac{S_{\text{max}2} + S_{\text{min}2}}{2} = \frac{0,2 + 0}{2} = 0,1;$$

$$S_{\text{ср}3} = \frac{S_{\text{max}3} + S_{\text{min}3}}{2} = \frac{0,3 + 0,1}{2} = 0,2.$$

Сравнивая средний зазор с исходным, отметим значительное повышение точности:

$$S_{\text{ср}2} = 0,1 < S_{\text{ср}1} = 0,4.$$

Для составления программы ЭВМ выведем рекуррентные формулы верхних и нижних отклонений групповых допусков. Отметим, что такие формулы определяются впервые. В схемах рис. 1, а и б с учетом того, что известно число групп n , величины поправки Δ_k и $T_{\Delta\Delta}$, получим следующие формулы.

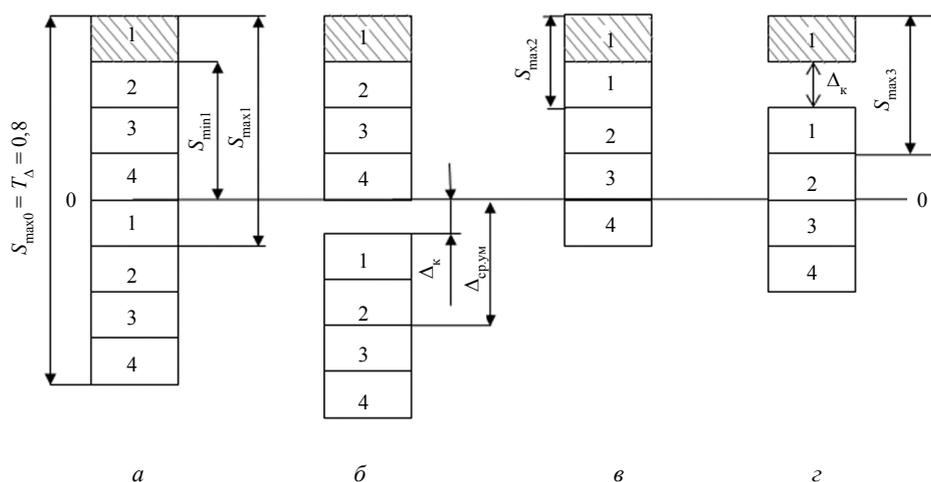


Рис. 1. Схемы расположения полей допусков трехзвенной размерной цепи: а, б – классические схемы с равными полями допусков увеличивающих и уменьшающих звеньев без зазора (а), с зазором (б) в крайне неблагоприятном положении; в, з – поля допусков при оптимальном положении при $\Delta_k = 0$ и $\Delta_k = 0,1$; $S_{\min 1}$ – минимальный групповой зазор; $S_{\max 1}$ – максимальный групповой зазор; Δ_k – величина поправки; Δ_{cp} – среднее поле допуска

Верхнее и нижние отклонения для групп увеличивающего звена:

$$ESA(i)_{yb} = \frac{T_{A\Delta}}{2} \left(1 - \frac{i-1}{n}\right); \quad EIA(i)_{yb} = \frac{T_{A\Delta}}{2} \left(1 - \frac{1}{n}\right). \quad (3)$$

Верхнее и нижнее отклонения для групп уменьшающего звена при оптимальном расположении поля допуска относительно увеличивающего звена:

$$ESA(i)_{ym} = -\left(\frac{T_{A\Delta}}{2} \left(\frac{i-1}{n}\right) + \Delta_k\right) + S_{\min 1}; \quad (4)$$

$$EIA(i)_{ym} = -\left(\frac{T_{A\Delta}}{2} \left(\frac{i-1}{n} + \frac{T_{A\Delta}}{2n}\right) + \Delta_k\right) + S_{\min 1},$$

где i – текущая переменная, принимающая значение 1, 2, ..., n ; $S_{\min} = \frac{T_{A\Delta}}{2} - T_1$.

Величина поправки Δ_k определяется при известной координате середины поля допуска Δ_{cp} :

$$\Delta_k = \Delta_{cp} - \frac{T_{A\Delta}}{4}. \quad (5)$$

Рассмотрим численно примеры применительно к схемам рис. 1, а и б для первой и четвертой группы при известных значениях $T_{A\Delta} = 0,8$, $n = 4$, $\Delta_k = 0$ и $\Delta_k = 0,1$.

Используя формулы (3) и (4) получим следующее.

Для групп 1, 4 увеличивающих звеньев (рис. 1, а и в):

$$ESA(1)_{yb} = \frac{T_{A\Delta}}{2} \left(1 - \frac{i-1}{n}\right) = 0,4;$$

$$ESA(4)_{yb} = 0,4 \left(1 - \frac{3}{4}\right) = 0,1;$$

$$EIA(1)_{yb} = \frac{T_{A\Delta}}{2} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 0,4 \left(1 - \frac{1}{4}\right) = 0,3;$$

$$EIA(4)_{yb} = 0,4 \left(1 - \frac{4}{4}\right) = 0.$$

Для уменьшающих звеньев (рис. 1, в):

$$ESA(1)_{ym} = -\left(\frac{T_{A\Delta}}{2} \left(\frac{i}{n}\right)\right) + S_{\min 1} = 0,2;$$

$$ESA(4)_{ym} = -\left(\frac{T_{A\Delta}}{2} \left(\frac{i-1}{n}\right) + \Delta_k\right) + S_{\min 1} =$$

$$= -\left(\frac{0,8}{2} \left(\frac{4-1}{4}\right) + 0,1\right) + 0,3 = -0,1;$$

$$EIA(1)_{ym} = -\left(\left(\frac{T_{A\Delta}}{2} \left(\frac{i-1}{n}\right) + \frac{T_{A\Delta}}{2n}\right) + \Delta_k\right) + S_{\min 1} =$$

$$= -\left(\left(\frac{0,8}{2}\right) - 0,1\right) + 0,3 = 0,1;$$

$$EIA(4)_{ym} = -\left(\left(\frac{T_{A\Delta}}{2} \left(\frac{i-1}{n}\right) + \frac{T_{A\Delta}}{2n}\right) + \Delta_k\right) + S_{\min 1} =$$

$$= -\left(\left(\frac{0,8}{2} \frac{(4-1)}{4} + \frac{0,8}{8}\right) - 0,1\right) = -0,5.$$

Расчеты показывают, что формулы адекватно отображают графические изображения верхних и нижних отклонений для любого группового допуска. Поэтому их можно применить в программах ЭВМ.

С целью расширения технологических возможностей метода групповой взаимозаменяемости определим отклонения для случая с разными полями допусков увеличивающих и уменьшающих звеньев (рис. 1, в и з), т. е. $T_{A\Delta yb} < T_{A\Delta ym}$.

Формулы, характеризующие верхние и нижнее отклонения, аналогичны формулам (3) и (4) и отли-

чаются тем, что вместо значения $\frac{T_{A\Delta}}{2}$ необходимо устанавливать допуски для увеличивающего и уменьшающего звеньев.

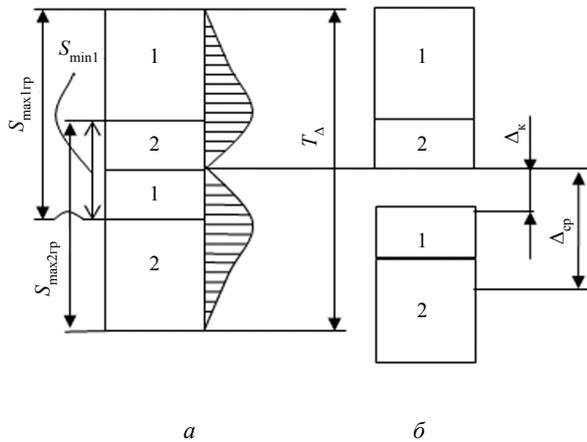


Рис. 2. Схемы расположения полей групповых допусков: а – для 2 групп $S_{\max} = 0,4$, $S_{\min} = 0,1$; б – для 2 групп $S_{\max} = 0,5$, $S_{\min} = 0,2$, $\Delta_k = 0,1$

Статистические исследования размеров сопрягаемых деталей типа валов и втулок, проведенные канд. техн. наук В. С. Суворовым на заводе «Ижмаш», показали, что вероятностные кривые рассеяния размеров смещаются для отверстия в сторону меньшего диаметра, а для валов – в сторону большего диаметра. Такое явление объясняется износом режущего инструмента и субъективными факторами рабочего. В этом случае групповые допуски могут быть разными (см. рис. 2), но при этом максимальные и минимальные групповые зазоры остаются постоянными.

Верхние и нижние отклонения групповых допусков определяются по следующим формулам.

Для увеличивающего звена верхнее и нижнее отклонения:

$$ESA(1)_{\text{ув}} = \frac{T_{A\Delta}}{2}; \quad ESA(i)_{\text{ув}} = ESA(i-1)_{\text{ув}} - T(i-1);$$

$$EIA(1)_{\text{ув}} = \frac{T_{A\Delta}}{2}(1 - T_1); \quad EIA(i)_{\text{ув}} = EIA(i-1)_{\text{ув}} + T(i-1).$$

Для уменьшающего звена верхнее и нижнее отклонения:

$$ESA(1)_{\text{ум}} = \frac{T_{A\Delta}}{2}; \quad ESA(i)_{\text{ум}} = -ESA(i-1)_{\text{ум}} - T(i-1);$$

$$EIA(1)_{\text{ум}} = (0 - T_1); \quad EIA(i)_{\text{ум}} = -(EIA(i-1)_{\text{ум}} + T(i)).$$

Для многозвенной размерной цепи групповой допуск делится на число звеньев, находящихся в ветвях трехзвенной размерной цепи. В этом случае решается прямая задача: по групповому допуску находятся допуски составляющих звеньев.

Исходя из вышеизложенного можно подвести следующий итог.

1. Выявлено расширение технологических возможностей группового метода за счет рассмотрения неравенства допусков увеличивающих и уменьшающих звеньев размерной цепи.
2. Впервые выведены рекуррентные формулы верхних и нижних отклонений групповых допусков для составления программы ЭВМ.
3. Рассмотрены схемы расположения групповых допусков, которые обеспечивают среднюю величину зазора при разных допусках.

Библиографические ссылки

1. Балакиин Б. С. Теория и практика технология машиностроения. – В 2 кн. – М. : Машиностроение, 1982.
2. Осетров В. Г. Теория и практика сборки машин : монография. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – 205с.
3. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения : учеб. для машиностр. вузов. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 1999. – 591 с.
4. Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М. : Машиностроение, 1969.
5. Суслов А. Г., Дальский А. М. Научные основы технологии машиностроения. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.

E. S. Slashchev, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

V. G. Osetrov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

V. B. Fedorov, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Improvement of Group Interchangeability Method of Assembly

The article describes improvement of the group interchangeability method by varying the parameters of increasing and reducing links of the dimension chain. Recursive formulas for lower and upper limits of group tolerances were determined and they became the basis of the corresponding computer program.

Key words: method of group interchangeability, dimensional chain, recursive formulas, assembly, lower and upper limits.