

УДК 621.91.002
ТЕОРЕТИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ
ДОСТИЖЕНИЯ ТОЧНОСТИ СБОРКИ МЕТОДОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

О. А. МЕДВЕДЕВ, Ю. В. РОЖКОВ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

В основе предлагаемой методики расчета лежат две типовые схемы компенсации суммарных допусков составляющих звеньев линейных конструкторских сборочных размерных цепей. Каждая схема является сочетанием конструкторской и технологической сборочных размерных цепей. Реальная конструкторская цепь представлена в схеме компенсации математически тождественной трехзвенной цепью, состоящей из суммарного составляющего звена, компенсатора и замыкающего звена. При этом все многообразие реальных конструкторских цепей может быть сведено к двум вариантам математически тождественных трехзвенных цепей, отличающихся по влиянию компенсатора на замыкающее звено (уменьшающий или увеличивающий компенсатор).

Технологическая сборочная размерная цепь формируется на этапе предварительной сборки изделия. Замыкающим звеном в ней является полость под компенсатор, а составляющими звеньями – размеры деталей изделия, размеры используемой сборочной оснастки и погрешности определения размера полости. При окончательной сборке изделия из комплектующих деталей и выбранного компенсатора, отклонение замыкающего звена конструкторской цепи от эталона будет равно отклонению размера выбранного компенсатора от размера полости, сформированной при предварительной сборке. Поле рассеяния этого отклонения складывается из погрешностей изготовления и установки эталона, погрешности измерения полости под компенсатор, погрешности изготовления компенсаторов, погрешности выбора компенсатора (ступени компенсации), которые являются случайными величинами и могут быть компенсированы только допуском замыкающего звена конструкторской цепи.

Для случая использования комплекта тонких неподвижных компенсаторов одинаковой толщины (прокладок), предложены схемы компенсации с совмещением полей допусков суммарного составляющего звена и замыкающего звена конструкторской цепи. Это всегда можно сделать путем корректировки номинала хотя бы одного из составляющих звеньев конструкторской цепи. При этом число компенсаторов в комплекте на одно изделие будет на единицу меньше числа ступеней компенсации. Для того чтобы набор компенсаторов при любом их числе оставался

уменьшающим (или увеличивающим) надо середину допуска замыкающего звена конструкторской цепи совместить с серединой первой ступени компенсации. Так как ступень компенсации равна средней толщине одной прокладки (обычно не менее 0,1мм), то эта толщина, наряду с погрешностями сборочной оснастки и допуском изготовления компенсаторов, определяет точность сборки. В этих схемах компенсации вместо допуска одного компенсатора учитывается суммарный допуск максимально необходимого набора тонких компенсаторов.

Приведенное обоснование зависимости точности замыкающего звена конструкторской цепи от составляющих звеньев технологической размерной цепи, являющихся, по существу, случайными величинами, позволяет использовать для расчета требуемых параметров точности тонких компенсаторов и параметров точности сборочной оснастки теоретико-вероятностный метод. Учитывая преимущества этого метода расчета размерных цепей перед методом максимума-минимума можно предположить, что его применение в данном случае позволит сократить требования к точности компенсаторов и оснастки, уменьшить максимально необходимое число компенсаторов, допуская незначительную долю изделий, у которых замыкающее звено будет выходить за пределы заданного допуска.

На основе разработанных схем компенсации и законов теории вероятностей составлено условие достижения точности сборки, которое преобразовано в кубическое уравнения для расчета значения ступени компенсации c

$$\lambda_c^2 \cdot c^3 + \left(\lambda_{pk}^2 \cdot \varepsilon_{pk}^2 - \frac{TA_{\Delta}^2}{t_{\Delta}^2} - \lambda_k^2 \cdot TK^2 \right) \cdot c + TA_{\Sigma} \cdot \lambda_k^2 \cdot TK^2 = 0,$$

где λ_c , λ_{pk} , λ_k – коэффициенты относительного рассеяния величины ступени компенсации, погрешности формирования требуемого размера компенсатора, размера одного тонкого компенсатора, соответственно; ε_{pk} – погрешность формирования при предварительной сборке размера требуемого компенсатора; TA_{Δ} – требуемый допуск замыкающего звена конструкторской цепи; t_{Δ} – коэффициент риска замыкающего звена; TK – допуск одного тонкого компенсатора; TA_{Σ} – суммарный допуск составляющих звеньев конструкторской цепи;

Аналитическое решение кубического уравнения осуществлялось с помощью пакета Mathematica. Полученные зависимости позволяют обоснованно выбрать число и параметры точности компенсаторов и сборочной оснастки для достижения точности сборки методом регулирования.