

Нахождение базовых изделий при расчетах качества на стадии разработки рабочей документации

Мартишкин В.В.
Университет машиностроения

Аннотация. Определение базовых изделий на стадии разработки рабочей документации основано на геометрических представлениях показателей качества деталей и сборочных единиц. Оптимизация технических изделий представляет собой поэтапное их совершенствование, где целевой функцией является достижение качества идеального (базового) изделия. Базовое изделие представляют в виде базового симплекса, который в полной мере описывает свойства базового изделия. При наличии базового изделия имеется возможность по величине разницы в показателях качества определять инженерно – технические мероприятия, необходимые для улучшения качества деталей и всего изделия в целом.

Ключевые слова: качество продукции, управление качеством, параметры качества, технические изделия, базовые изделия, методы оптимизации, симплексный метод.

Введение

Данная статья посвящена описанию метода нахождения образцов изделий при расчетах качества технических изделий (далее ТИ) на стадии разработки рабочей документации (далее РД). Качество вновь созданного изделия является относительной величиной, так как его сравнивают с качеством базового (наилучшего) технического изделия такой же конструкции. Только при наличии базового изделия можно вычислить разницу в показателях качества оцениваемого и базового изделий и принять необходимые решения, касающиеся улучшения качества оцениваемого ТИ. В большинстве случаев (особенно при разработке оригинальных деталей и сборочных единиц) найти адекватные базовые образцы для оценки изделий в смысле качества невозможно. Поэтому их создают искусственно (синтезируют) с помощью различных вычислительных методов. В статье описан метод определения базовых изделий с помощью симплексного метода.

Геометрический образ сборочной единицы

Качество сборочной единицы описывается формулой:

$$Q_{сб} = \sum_{i=1}^n Q_{d,i} = \sum_{i=1}^n \beta_{d,i} \times q_{d,i},$$

где: n - количество деталей в сборочной единице, $Q_{d,i}$ - качество детали в составе сборочной единицы, $\beta_{d,i}$ - нормированный коэффициент весомости i -й детали в составе сборочной единицы, $q_{кс}$ - индивидуальное качество i -й детали, $q_{d,i} = \beta_{кс} \times q_{кс} + \beta_{мс} \times q_{мс}$,

$q_{кс}$ - коэффициент конструктивной сложности, $q_{мс}$ - коэффициент технологической сложности.

Индивидуальное (объективное) качество детали ($q_{d,i}$) и качество детали в составе сборочной единицы ($Q_{d,i}$) – разные величины. Индивидуальное качество рассчитывают на основе фактических конструктивных и технологических показателей, выраженных в виде коэффициентов конструктивной и технологической сложности. Качество детали в составе сборочной единицы зависит от весомости этой детали в сборочной единице: $Q_{d,i} = \beta_{d,i} \times q_{d,i}$. Коэффициенты конструктивной и технологической сложности показатели представляют собой средние значения коэффициентов, описывающих конструктивные и технологические свойства ТИ.

Определение базовых изделий на стадии РД основано на геометрических представлениях показателей качества деталей, сборочных единиц и изделий. Построение геометрического образа качества сборочной единицы производят в следующем порядке.

1) Определяют весомости деталей, входящих в состав сборочных единиц экспертным методом:

$$\beta_{1.onp}, \beta_2, \beta_3 \dots \beta_n,$$

где $\beta_{1.onp}$ - весомость определяющей детали, $\beta_2, \beta_3 \dots \beta_n$ - весомости остальных деталей.

Требования к «определяющей» детали: деталь должна быть наиболее ответственной в изделии и сборочной единице. Она должна обладать наибольшей весомостью (β_i) и соответствовать принципу Парето («принцип 80/20»). В данном случае принцип Парето заключается в следующем: “ 80% функциональности и надежности изделия обеспечивают 20% определяющих деталей” (интерпретация принципа Парето автором данной методики применительно к качеству ТИ). С квалиметрической точки зрения это означает, что если найти качество «определяющей» детали, то качества остальных деталей (на которые приходится 20% функциональности и надежности изделия), прямо пропорциональны их коэффициентам весомости.

2) Определяют качество определяющей детали в составе сборочной единицы:

$$Q_{d.onp} = \beta_{d.onp} \times q_{d.onp},$$

3) Строят «треугольник качества» сборочной единицы, рисунок 1.

«Треугольник качества» сборочной единицы - это геометрическая модель, отражающая процесс или явление, описываемое произведением двух показателей. Один катет (высота прямоугольного треугольника) представляет собой шкалу весомостей β ($\beta=0 \dots 1,0$), другой катет представляет собой шкалу показателей качества Q ($Q=0 \dots 1,0$). Обе шкалы строят в одинаковом масштабе. Максимальное качество ($Q_{баз.}=1,0$) представляет собой качество базового изделия, т.е. наивысшее качество на данный момент. Качество $Q_{баз.} \leq 1,0$ является целевой функцией при оптимизации качества, оцениваемого ТИ.

4) На «треугольнике качества» по координатам весомости определяющей детали ($\beta_{onp}=0,8$) и показателя качества определяющей детали ($q_{onp}=0,184$) находят точку K . Через эту точку и вершину треугольника β проводят гипотенузу до пересечения со шкалой качества (Q). Точка пересечения дает значение качества этой сборочной единицы. Показатели качества остальных деталей, входящих в эту сборочную единицу, находят путем проектирования известной весомости деталей на шкалу показателей качества через гипотенузу (на рисунке 1 качество детали №2 при весомости $\beta_2=0,4$ составляет $q_2=0,092$).

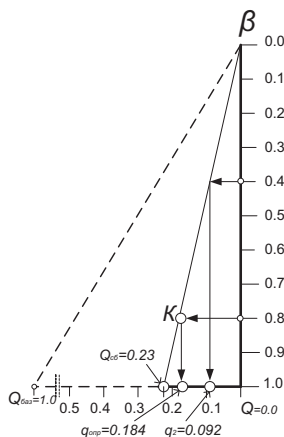


Рисунок 1. «Треугольник качества» сборочной единицы

Обозначения: $Q_{баз.}=1,0$ – качество базового (идеального) изделия, $Q_{сб}=0,23$ – качество сборочной единицы, $q_{onp}=0,184$ - качество определяющей детали в составе сборочной единицы, $\beta=0,8$ – весомость определяющей детали, $q_2=0,092$ - качество детали №2 с весомостью $\beta=0,4$, K – точка определения положения гипотенузы «треугольника качества»,

5) Показатель качества изделия (состоящего из нескольких сборочных единиц) находят по «треугольнику качества» изделия по такому же принципу.

Из принципа «треугольника качества» следует, что показатель качества сборочной единицы $Q_{сб}$ представляет собой средневзвешенную сумму качеств деталей, т.е. качеств, пропорциональных своим весомостями. Исходя из этого принципа все детали сборочной

единицы в треугольнике качества находятся в соотношениях: $\frac{q_{опр}}{\beta_{опр}} = \frac{q_1}{\beta_1} = \frac{q_2}{\beta_2} = \dots = \frac{q_n}{\beta_n}$, из этих отношений следует, что качества остальных деталей находят по формулам:

$$q_1 = \frac{q_{опр} \times \beta_1}{\beta_{опр}}, q_2 = \frac{q_{опр} \times \beta_2}{\beta_{опр}} \dots q_n = \frac{q_{опр} \times \beta_n}{\beta_{опр}}.$$

Геометрический образ технического изделия

Геометрический образ изделия, состоящего из нескольких сборочных единиц, показан на рисунке 2.

На этом рисунке $\beta_0 - \beta_1$ – шкала весомостей деталей, $q_2 - q_6$ – качество сборочных единиц 2,3,4,5,6, $Q_{сб.баз.2}$ – качество базовой сборочной единицы №2. Таким образом, геометрический образ оцениваемого ТИ содержит в себе качества деталей, сборочных единиц, а также их базовые качества.

Фигура по рисунку 2 представляет собой прямоугольную пирамиду или исходный симплекс. Исходный симплекс под названием тетраэдр (четырёхвершинник) в топологии называют простейшим n -многогранником с количеством вершин $n+1$, где n – мерность Евклидова пространства. Таким образом, число вершин у каждого последующего симплекса на единицу больше размерности его пространства. Для получения симплекса следующей мерности необходимо восстановить перпендикуляр от факторной (определяющей) грани в следующее измерение, на этом перпендикуляре строится вершина нового симплекса на один шаг выше прежней, которая соединяется рёбрами со всеми вершинами исходного симплекса.

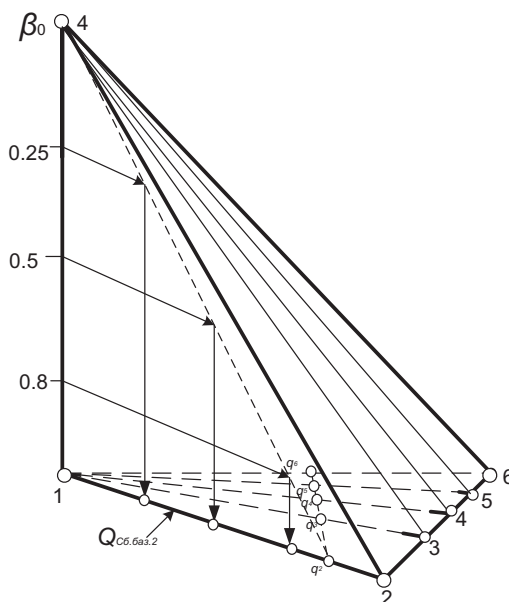


Рисунок 2. Геометрический образ изделия, представляющего собой одну сборочную единицу

В данном случае исходный симплекс (тетраэдр) описывает оцениваемое изделие, состоящее из пяти сборочных единиц (число деталей может быть любое). Симплекс в виде тетраэдра принимаем за исходную расчетную единицу при поиске базового ТИ. Параметры исходного симплекса: мерность – 4, символ – тетраэдр, геометрическая фигура – прямоугольная пирамида, нульмерных вершин $N_v = 4$, одномерных ребер $N_p = 6$, двумерных граней (плоскостей) $N_{gp} = 4$, $m = 4.66$ – среднее арифметическое параметров тетраэдра:

$$m = \frac{N_v + N_p + N_{gp}}{3}, m = \frac{N_v + N_p + N_{gp}}{3} = \frac{4 + 6 + 4}{3} = 4.66.$$

В этом смысле среднее арифметическое параметров тетраэдра соответствует понятию качества оцениваемого ТИ, выраженного через среднее арифметическое коэффициентов