

Определение качества деталей, сборочных единиц и изделий графическими методами

Determining the quality of parts, assembly units and products graphic methods

Аминов А.Э.

Студент по программе магистратуры Московского политехнического университета
e-mail: asker.aminov@mail.ru

Aminov A.E.

Master's Degree Student, Moscow Polytechnic University
e-mail: asker.aminov@mail.ru

Мартишкин В.В.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета
e-mail: vmartishkin@mail.ru

Martishkin V.V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of «Standardization, Metrology and Certification», Moscow Polytechnic University
e-mail: vmartishkin@mail.ru

Аннотация

В статье изложены принципы использования графических моделей для определения качества деталей, сборочных единиц и изделий. Для определения качества изделий рекомендуется использовать квалиметрические образы технических изделий, которые дают возможность определять качество изделия при известном качестве и весе одной детали. Графические модели в виде квалиметрических образов технических изделий обладают всей информацией, необходимой для оценки качества технического изделия и принятия соответствующих управляющих решений.

Ключевые слова: показатели качества, технические изделия, графические модели, квалиметрические образы, алгоритмы, расчеты качества.

Abstract

The article describes the principles of using graphical models to determine the quality of parts, Assembly units and products. To determine the quality of products, it is recommended to use qualimetric images of technical products, which make it possible to determine the quality of the product with a known quality and weight of one part. Graphical models in the form of quantitative images of technical products have all the information necessary for evaluating the quality of a technical product and making appropriate control decisions.

Keywords: quality indicators, technical products, graphic models, qualimetric images, algorithms, quality calculations.

Введение

В основе алгоритмов определения качества изделий лежат математические модели, описывающие единичные и комплексные показатели качества деталей и сборочных единиц. В большинстве случаев такие модели могут быть громоздкими и сложными в смысле проведения расчетных процедур. Нами разработаны графические методы определения качества деталей и сборочных единиц, которые характеризуются хорошей наглядностью и не требуют аналитических расчетов. Наглядность и простота построений графических моделей и квалиметрических образов изделий способствует освоению методов определения качества технических изделий при изучении дисциплин метрология, стандартизация и управление качеством.

1. Определение качества деталей и сборочных единиц графическими методами

На рис. 1 представлена графическая модель «треугольника качества» для определения качества деталей в составе сборочной единицы с последующим определением качества сборочной единицы [3].

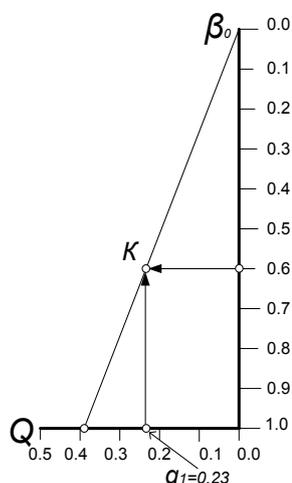


Рис. 1. Графическая модель «Треугольник качества» для определения качества деталей в составе сборочной единицы

Обозначения на рис. 1:

K – точка определения положения гипотенузы «треугольника качества»;

$\beta_i = 0.6$ – весомость наиболее значимой детали;

$q_i = 0.23$ – качество наиболее значимой детали в составе сборочной единицы.

«Треугольник качества» в принципе отражает процесс или явление, описываемое произведением двух показателей. Один катет (высота треугольника) представляет собой шкалу весомостей β_i ($\beta_i=0\dots 1,0$), другой катет представляет собой шкалу показателей качества Q_i ($Q_i=0\dots 1,0$). Обе эти шкалы строят в одинаковом масштабе.

Применение этого метода дает возможность сразу определить качество сборочной единицы при известном индивидуальном качестве одной детали, обладающей наибольшей весомостью среди других деталей этой сборочной единицы.

Порядок построения графической модели «треугольник качества»:

1) Индивидуальное качество деталей определяют по формуле:

$$q_{д.и.} = \sqrt[q_{тч} \times q_{ш} \times q_{сл} \times q_{об} \times q_{им} \times q_{вз}] \quad (1),$$

где - $q_{тч}$ – коэффициент точности детали;

- $q_{ш}$ – коэффициент шероховатости детали;
- $q_{сл}$ – коэффициент сложности детали;
- $q_{об}$ – коэффициент обрабатываемости материала детали;
- $q_{им}$ – коэффициент использования материала;
- $q_{вз}$ – коэффициент вида исходной заготовки.

2) Индивидуальное качество и качество детали в составе сборочной единицы разные величины. Индивидуальное качество определяют по формуле (1), а качество детали в составе сборочной единицы зависит от весомости этой детали в сборочной единице:

$$q_{сб.д.} = \beta_d \times q_{д.н.} \quad (2),$$

где $q_{сб.д.}$ – качество детали в составе сборочной единицы;

β_d – весомость этой детали;

$q_{д.н.}$ – индивидуальное качество детали.

3) На шкалах β и Q находят значения $q_{сб.д.}$ и β_d . По координатам весомости детали β_d и показателя качества в составе сборочной единицы $q_{сб.д.}$ находят точку K . Через эту точку и вершину треугольника β_0 проводят гипотенузу до пересечения со шкалой качества Q . При этом качество сборочной единицы находится в точке пересечения гипотенузы и шкалы показателей качества.

4) Показатели качества остальных деталей, входящих в эту сборочную единицу, находят путём проектирования известной весомости деталей на шкалу показателей качества через гипотенузу.

Пример.

Необходимо определить качество деталей и сборочной единицы. В сборочной единице имеется наиболее значимая деталь с параметрами:

$q_{д.н.1} = 0.38$ – индивидуальное качество наиболее значимой детали;

$\beta_1 = 0.6$ – весомость наиболее значимой детали,

а также еще 4 детали с коэффициентами весомости:

$\beta_2 = 0.2, \beta_3 = 0.1, \beta_4 = 0.05, \beta_5 = 0.05$. Необходимо определить качество всех деталей и сборочной единицы.

Решение.

На рис. 2 показан принцип определения качества деталей и всей сборочной единицы без аналитических расчетов.

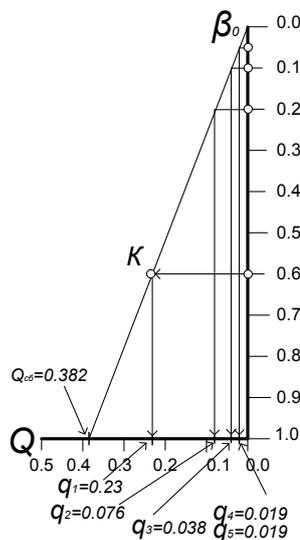


Рис. 2. Определение качества деталей и сборочной единицы по методу «треугольника качества»

Как видно из рис. 2, получены следующие показатели качества деталей:
 $q_{сб.д.2} = 0.076$, $q_{сб.д.3} = 0.038$, $q_{сб.д.4} = 0.019$, $q_{сб.д.5} = 0.019$, качество сборочной единицы $Q_{сб.} = 0.382$.

Из построенной графической модели видно, что результаты показателей качества, полученные графическим методом, соответствуют результатам расчетных методов определения качества сборочной единицы приведенных ниже, поэтому с помощью треугольника качества можно без длительных расчетов определять качество деталей в составе сборочных единиц а так же качество всей сборочной единицы.

Проверка результатов «треугольника качества» расчетными методами.

Исходные данные.

Имеется сборочная единица, в которой имеется 5 деталей не однородного состава по показателям весомости.

Деталь №1 (самая значимая):

$\beta_{д.1} = 0.6$ – весомость детали №1,

$q_{н.д.1} = 0.38$ – индивидуальное качество детали №1.

Весомости остальных деталей:

$\beta_{д.2} = 0.2$, $\beta_{д.3} = 0.1$, $\beta_{д.4} = 0.05$, $\beta_{д.5} = 0.05$.

Необходимо определить качество деталей №№ 2, 3, 4, 5, а также качество сборочной единицы.

Решение

1) Качество значимой детали в составе сборочной единицы определяют по формуле:

$$q_{сб.д.1} = \beta_{д.1} \times q_{н.д.1} = 0.6 \times 0.38 = 0.23.$$

Данная формула представляет собой линейную функцию, которая предполагает наличие пропорциональности между аргументом и функцией, поэтому отношения весомостей деталей в составе сборочной единицы пропорциональны отношениям показателей качества в этой сборочной единице:

$$q_{сб.д.2} = \beta_{д.2} \times q_{н.д.2}$$

$$\text{Поэтому если } \frac{q_{сб.д.1}}{q_{сб.д.2}} = \frac{\beta_{д.1}}{\beta_{д.2}}, \text{ то } q_{сб.д.2} = \frac{q_{сб.д.1} \times \beta_{д.2}}{\beta_{д.1}} = \frac{0.23 \times 0.2}{0.6} = 0.076,$$

качество остальных деталей:

$$q_{сб.д.3} = \frac{q_{сб.д.1} \times \beta_{д.3}}{\beta_{д.1}} = \frac{0.23 \times 0.1}{0.6} = 0.038,$$

$$q_{сб.д.4} = \frac{q_{сб.д.1} \times \beta_{д.4}}{\beta_{д.1}} = \frac{0.23 \times 0.05}{0.6} = 0.019,$$

$$q_{сб.д.5} = \frac{q_{сб.д.1} \times \beta_{д.5}}{\beta_{д.1}} = \frac{0.23 \times 0.05}{0.6} = 0.019.$$

Таким образом, качество сборочной единицы:

$$Q_{сб.} = \sum_{i=1}^n q_{i,сб.н} = 0.23 + 0.076 + 0.038 + 0.019 + 0.019 = 0.382.$$

Окончательные результаты расчетов приведены в табл.

Результаты определения качества сборочной единицы расчетным методом

№ детали	β_i – весомости деталей	$q_{i.сб.д}$ – качество детали в составе сборочной единицы
1	0.6	0.23
2	0.2	0.076
3	0.1	0.038
4	0.05	0.019
5	0.05	0.019
Качество сборочной единицы	$Q_{сб.} = \sum q_{i.сб.д}$ $= 0.23 + 0.076 + 0.038 + 0.019 + 0.019 = 0.382$	

2. Определение качества технических изделий с использованием квалиметрических образов.

В машиностроении имеется несколько методов определения качества технических изделий (далее ТИ). Но все эти методы, как правило, трудоемки и не наглядны.

Квалиметрический образ изделия это геометрическая модель, построенная на основе параметров качества ТИ. Определение качества ТИ с использованием квалиметрических образов является новым направлением в области определения качества технических изделий. Квалиметрические образы обладают наглядностью и дают возможность рассчитывать качество ТИ по минимуму определяющих деталей и их показателей. Этот метод состоит в сравнении квалиметрических образов базового (эталонного) ТИ и оцениваемого ТИ. По результатам сравнения делают соответствующие выводы: нуждается ли оцениваемое изделие в повышении качества или нет.

Квалиметрические образы базовых (эталонных) изделий, являясь «продуктом» проективной геометрии, и внешне отличаются от соответствующих образов оцениваемых изделий. Квалиметрические образы эталонных изделий характеризуются оптимальным и компактным видом, что дает возможность и без предварительных расчетов решить, нуждается ТИ в повышении качества или нет.

Построение квалиметрических образов технических изделий.

При расчетах качества ТИ с помощью квалиметрических образов не обязательно рассчитывать качество каждой детали и сборочных единиц. Качество сборочной единицы в составе изделия описывается формулой:

$$Q_{изд.} = \sum \beta_i \times Q_{сб.i} ,$$

где β_i – нормированные коэффициенты весомостей сборочных единиц;

$Q_{сб.i}$ – качества сборочных единиц, входящих в изделие.

Из этой формулы следует, что расчетное значение показателя качества изделия $Q_{изд.}$ представляет собой сумму качеств сборочных единиц, пропорциональных своим весомостям.

Поэтому при известных весомостях сборочных единиц достаточно рассчитать показатель качества сборочной единицы для получения качества остальных сборочных единиц. Построенный таким образом квалиметрический образ обладает всей информацией, необходимой для оценки ТИ и принятия соответствующих управляющих решений.

Изделие должно содержать в себе не менее 2-х сборочных единиц. Если в изделие входит только одна сборочная единица, то в этом случае эту сборочную единицу называют изделием.

Квалиметрический образ ТИ строится так же, как и «треугольник качества сборочной единицы». Показатели качества сборочных единиц, входящих в квалиметрический образ ТИ, находят путем проектирования весомости сборочных единиц на шкалу показателей качества через гипотенузу. Описанный алгоритм соответствует методу свертки способом коллинеации показателей качества [1].

На рис. 3 показан метод определения качества сборочной единицы, входящей в квалиметрический образ изделия.

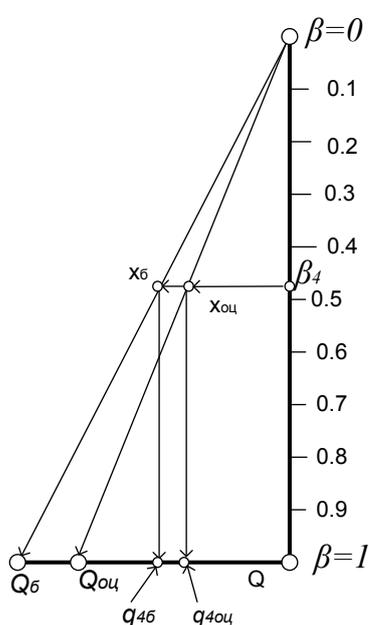


Рис. 3. Треугольник качества сборочной единицы

Q_b – качество базовой сборочной единицы, Q_{oi} – качество оцениваемой сборочной единицы, β_4 – весомость детали №4 в сб.единице, q_{4b}, q_{4oi} – качество деталей базового и оцениваемого ТИ соответственно.

С помощью треугольника качества по рис. 3 можно визуально определить качество оцениваемой сборочной единицы по сравнению с базовой и принимать соответствующие решения по повышению качества деталей и сборочных единиц.

Квалиметрический образ ТИ (состоящего из 4-х сборочных единиц) представляет собой так называемый «многогранник качества» (или не правильную пирамиду) (рис. 4). В основании этого «многогранника качества» лежит «многоугольник качества» ТИ. Строят «многоугольник качества» в декартовых координатах (формат 2D). Из центра координат под равными углами откладывают отрезки, равные рассчитанным показателям качества сборочных единиц в масштабе шкалы весомостей. Высота многогранника представляет собой весомость деталей и сборочных единиц. Качество любой детали или сборочной единицы ТИ заключено внутри этого многогранника.

На рис. 4 сплошными линиями обозначен многогранник качества оцениваемого изделия, пунктирными линиями качество базового (эталонного). Показатели качества базового изделия берут из документации этого ТИ, если

таковых не имеется, то показатели качества базового изделия назначают исходя из качества деталей, наилучших на данный момент в машиностроении РФ.

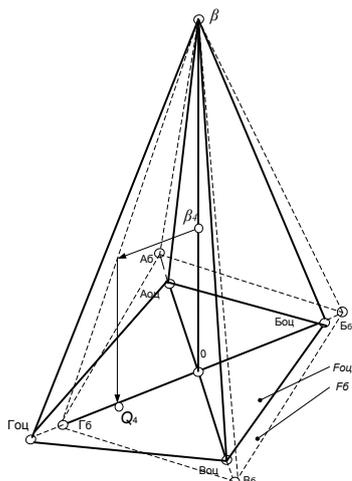


Рис. 4. Квалиметрические образы оцениваемого и базового изделий

β – весомость деталей и сборочных единиц, β_A и Q_A – соответственно весомость и качество базовой детали №4 в сборочной единице $\Gamma_{oc}-\theta-\beta$.

Внутри квалиметрического образа можно разместить любое количество сборочных единиц (треугольников качества) с любым количеством деталей, внутри каждого треугольника качества можно определить качество любой детали по ее весомости.

Таким образом, если составить квалиметрический образ, например автомобиля, то можно путем систематического и планомерного улучшения качеств деталей, не соответствующих по качеству базовым, в конце концов, значительно улучшить качество всего автомобиля.

Конечной целью определения качества ТИ на основе квалиметрического образа является определение его уровня относительно базового, после чего делают необходимые управляющие решения.

Уровень качества оцениваемого образца определяют по формуле

$$Y = \frac{F_{oc}}{F_b} 100 \%,$$

где F_{oc} – площадь многоугольника оцениваемого ТИ;

F_b – площадь многоугольника базового ТИ.

Выводы

1. Качество технических изделий, представленных в виде графических моделей, характеризуется совокупностью взаимосвязанных внешних и внутренних параметров, определяющих геометрическую модель изделия.

2. Использование принципов построения графических моделей сборочных единиц и квалиметрического образа ТИ дает возможность получить всю информацию, необходимую для оценки ТИ и принятия соответствующих управляющих решений.

3. При наличии базового значения качества конструктор может оценить, насколько близка разработанная конструкция к оптимальной, имеет ли смысл дальнейшая работа над повышением ее качества.

4. Разработанные методы определения качества изделий графическими методами дают конструктору возможность визуально оценивать фактическое качество созданного им изделия, после чего определить направление для совершенствования изделия.

Литература

1. *Спеньер Э.* Алгебраическая топология. Пер. с английского. Изд. «Физматлит». – Москва, 1971.
2. *Беклемишев Д.В.* Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учебник. - 7-е изд., стереотипное. – Москва Высшая школа, 1998. – 320 с.
3. *Мартишкин В.В., Фазлуллин Э.М.* Контроль качества на основе использования квалиметрических образов технических изделий. Известия МГТУ МАМИ. – Москва, Научный рецензируемый журнал №1(11). – 2011. – С. 169–174.