

УДК 621 (075)

Н.М. Расулов, У.М. Надиров*Азербайджанский технический университет, Азербайджан
Телефакс (99412) 438 32 80; E-mail: nariman.rasulov@yahoo.com***ОБ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

В работе представлен коэффициент производственного качества для оценки качества изготовления деталей и их элементов и сравнения качеств различных изделий одинакового назначения. Обоснована выгода сборки изделий из деталей с одинаковыми качествами изготовления. Выявлено, что уменьшение среднеквадратического отклонения точности размера в процессе изготовления не влияет на среднюю долговечность изделия, а смещение центра группирования обуславливает повышение средней долговечности каждого изделия.

Ключевые слова: *качество, коэффициент, деталь, производство, допуск, предел.*

1. Введение. Рыночная экономика, увеличение численности населения земного шара, постепенное уменьшение природных ресурсов, развитие общества – все это требует увеличения требований на качество производимых изделий. Качество изделий определяется назначением, условиями эксплуатации и закладывается в их конструкцию при проектных разработках [1-2]. При производстве изделий качество формируется в ходе технологического процесса изготовления их деталей и сборки сборочных единиц.

Для оценки качества изделий применяются различные показатели: производственные, эксплуатационные, экономические и т.п. [1-3]. Обычно качество изделий оценивается эксплуатационными их качествами. Эксплуатационные качества формируются производственными качествами отдельных составных частей изделия. И поэтому, из-за отличия производственных качеств отдельных составных частей и сборочных единиц при одинаковой конструкции и назначении изделий, отличаются эксплуатационные их показатели и изменяются в определенном диапазоне [3]. В настоящее время производственные качества деталей оцениваются как годные (или негодные) в целом, или отдельных частей ее элементов, в зависимости от ее нахождения в пределах допуска, без увязки с их эксплуатационными качествами. Производственное качество количественно не оценивается, нет критерий, характеризующий связи между производственными и эксплуатационными качествами. На сегодняшний день не существует критерий для сравнения производственных качества двух или партии деталей одинаковой конструкции и назначения, изготовленных единым чертежом [1-2,4-9]. Таким образом, есть необходимость разработки критерия для количественной оценки качества изготовления деталей и одновременно позволяющая определить какой из двух сравниваемых деталей обладает относительно высоким качеством изготовления. Учитывая, что любое техническое средство производится для выполнения определенных функций в связи со служебным назначением, в течение определенного времени, выявление производственных и эксплуатационных связей качества и управление им является актуальным.

Целью работы является разработка обобщающего критерия, определяющего качество изготовления деталей, выявление связей производственных и эксплуатационных показателей качества изделий с учетом изменения условий эксплуатации и путей управления ими при изготовлении изделий.

2. Эффективность качества деталей. Для обеспечения эффективности производства количественная оценка производственного качества имеет особое значение. Так оценка деталей с критерием производственного качества создает условия сборки изделий с многочисленными составными частями из деталей, обладающих одинаковым или близким показателем качества. В результате, создается условие увеличения общего срока службы партии изделий, их надежности и эксплуатационных показателей. Допустим, что изделие содержит в количестве n ответственных, ограничивающих (лимитирующих) его надежность деталей. Производственное качество одного из них близко к низкому предельному значению, а остальных, в количестве $(n-1)$ близко к верхнему предельному значению. В этом случае, эксплуатационные показатели изделия ограничиваются работоспособностью первой детали. Изделие снимается из эксплуатации из-за его отказа от работы. Коэффициент использования ресурса работы K_r детали при полном ее использовании равен:

$$K_r = \frac{F_d}{F_n} \approx 1$$

где, F_n – вероятностный (нормативный) срок службы детали, обеспечиваемый ее качеством;

F_d - ее действительный срок службы.

Ресурсы работ остальных $(n-1)$ деталей используются ограниченно, коэффициент использования ресурса работы для них меньше единицы ($K_r < 1$).

3. Сущность критерия производственного качества. Производственные качества изготавливаемых деталей формируются в двух направлениях: качествами материала и механической обработки, а качества сборочных единиц еще и качеством сборки (рис. 1) [1-2]. Качество механической обработки, в обобщенном виде характеризуется размерными точностями поверхностей, точностью их формы, ориентации, положения и биение, а также геометрическими качествами поверхностей и качествами поверхностных слоев. Точности формы, ориентации, положений и биение являются геометрическими местами локальных размеров [8]. Поэтому, при формировании производственных качеств деталей размерные точности имеют особые значения. В связи с этим, здесь приводится критерий оценки производственного качества деталей только по их размерной точности.

Основой разработки критерия качества принят следующий принцип: верхний нормативный (или фактический) предел любого показателя качества равен единице, а нижний его предел равен нулю. Критерий качества изменяется в интервале $[0; 1]$. Верхняя половина интервала $[0,5; 1]$ выделена для производства как минимум, другая половина $[0; 0,5]$ для эксплуатации. Необходимо отметить, что в начале эксплуатации изделий значение эксплуатационного критерия равняется к значению соответствующего производственного критерия. Его значения получаются выше 0,5. Предлагается применять определение коэффициента качества K_K как критерий качества. Каждая деталь формируется множествами поверхностей, их размерами. На примере одного размера рассмотрим методику оценки точности коэффициента производственного качества.

Допустим, что детали (их поверхности) изготавливаются каким либо номинальным размером A , с предельными отклонениями ei и es (рис.2) [9]. Если верхний предельный размер (с отклонением es) обеспечивает наивысшие параметры эксплуатационных показателей, то коэффициент качества для него (точка В) равна 1. При этом K_K для нижнего предельного размера (точка С) равна 0,5. Для деталей с промежуточными

размерами $0,5 \leq K_K \leq 1$. Между K_K и размером $(A+x)$ принимается линейная зависимость ($ei \leq x \leq es$). Аналитическая связь $K_K = f(A+x)$ может быть выражена формулой:



Рис. 1. Схема формирования качества технических средств

$$K_K = \frac{IT}{IT + (es - x)} \quad \text{или} \quad K_K = \frac{T}{T + es - x} \quad (1)$$

где, x - искомое отклонение; $T=IT$ -стандартный допуск посадки, предусмотренный для размера. Согласно начальным условиям: при $x=es$, $K_K = K_{K1}=1$; при $x=ei$, $K_K = K_{K2}=0,5$.

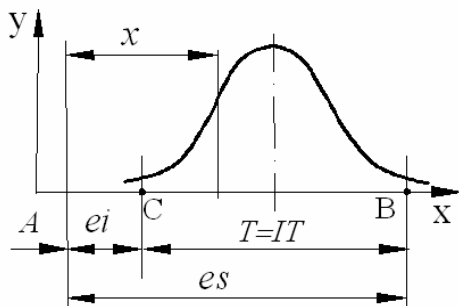


Рис. 2. Схема расположения допуска на размер

Таким образом, выражение (1) есть базовая математическая модель производственного качества. Применяя ее можно разработать критерий оценки качества для любого технологического параметра, характеризующего производственное качество изделий и их деталей.

4. Качество изготовления и долговечность изделия. Как показано на рис. 1. при формировании качества изготовления особую роль играет точность размеров. Допустим, что на разных предприятиях изготовлены одинаковое количество изделий n , по единому чертежу и техническим требованиям. Одно из предприятий обеспечило качество изготовления определяющего параметра (размера) изделия согласно кривой 1 со среднеквадратичным отклонением (СКО) σ_1 , а другое- согласно кривой 2 со СКО σ_2 . При этом $\sigma_2 < \sigma_1$ и центры группирования ($a=x_a$) параметра качества совпадают (рис. 3). На рисунке на оси абсцисс показан параметр качества изготовления x

(например, отклонение размера), на оси ординат частота появления соответствующего параметра деталей m/n (или количество деталей m) и долговечность изделий F .

При этом изделия с относительно низким качеством, количество которых соответствует заштрихованной площади S_1 , заменяются изделиями с относительно высоким качеством, количество которых соответствует заштрихованной площади S_2 . S_1 и S_2 образуются кривыми 1 и 2 рассеяния с σ_1 и σ_2 , соответственно в интервалах $[x_1, \infty]$, и $[x_a, x_1]$. Используя закон Гаусса $y = f(x)$ [1, 2], определим их значения:

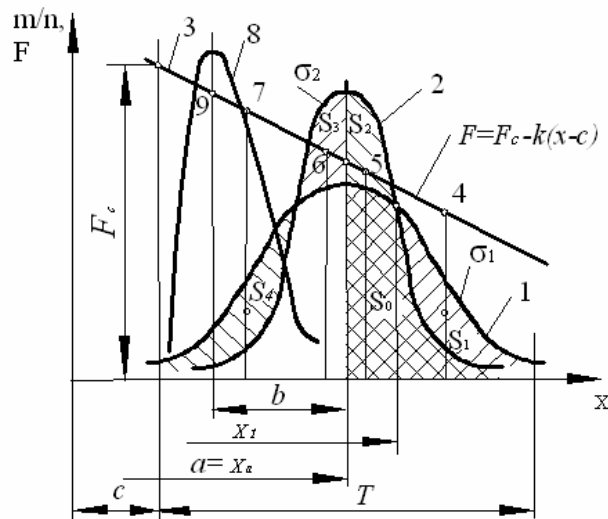


Рис. 3. Схема влияния точности размера на долговечность изделий

$$S_1 = (S_0 + S_1) - S_0; \quad S_2 = (S_0 + S_2) - S_0,$$

где первое слагаемое есть половина площади между кривой Гаусса и осью абсцисс, т.е. значения функции Лапласа: $0,5\Phi(z) = S_0 + S_1 = S_0 + S_2 = 0,5$. Тогда, $S_1 = S_2$. Соответственно изменяется, повышается долговечность изделия [6,7].

Аналогичное рассуждение можно привести в интервале $[-\infty, x_a]$ для левых половин кривых 1 и 2 со σ_1 и σ_2 , для площадей S_3 и S_4 . только с обратными результатами. При этом $S_3 = S_4$, однако, изделия с относительно высоким качеством, количество которых соответствует заштрихованной площади S_4 , заменяются изделиями с относительно низким качеством, количество которых соответствует заштрихованной площади S_3 . Долговечность изделия соответственно снижается. Аналогичным образом определяется, что $S_1 = S_2 = S_3 = S_4$ (где S_0, S_1, S_2, S_3 и S_4 -заштрихованные площади на рис. 3).

Определим изменение эксплуатационного показателя качества- долговечности F , при известной линейной зависимости между производственным и эксплуатационным качествами (рис. 3, зависимость 3). При этом учтено, что ограничение долговечности изделий (и их элементов) примерно в 80 % случаев связано с износом их рабочих поверхностей. Долговечность деталей соответствуют в основном нормальному периоду изнашивания их рабочих поверхностей. Зависимость $F=f(u)$ между долговечностью F и износом u в период нормального изнашивания подчиняется линейному закону [3]. Поэтому, зависимость $F=f(x)$ между долговечностью F и качеством изготовления x принимается в виде:

$$F = F_c - k(x - c) \tag{2}$$

где F_c - математическое ожидание долговечности изделия с предельно высоким качеством, c ;

k - коэффициент, выражающий наклон прямой в зависимости $F=f(x)$;

c - показатель качества изготовления (например, отклонение размера) изделия с предельно высоким качеством.

Количество изделий n_1, n_2, n_3 и n_4 , качество которых выражено площадями S_1, S_2, S_3 и S_4 , соответственно будет: $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = S_1 n = S_2 n = S_3 n = S_4 n$. При этом средняя долговечность F_4 изделий, соответствующих площади S_4 , равен ординате точки 4; средняя долговечность F_5 изделий, соответствующих площади S_2 , равна ординате точки 5 и т. д. (рис. 3). Не представляет сложности определять значения F_4, F_5, F_6 и F_7 , используя зависимость (2) и координаты точек 4, 5, 6 и 7. Тогда изменение общей долговечности ΔF всех изделий при изменении качества изготовления, равно: $\Delta F = 0$.

Таким образом, при неизменном центре группирования аргумента $a = x_a = \text{const}$, повышение качества изготовления только со снижением значение характеристики точности-среднеквадратического отклонения σ не имеет значения с точки зрения долговечности изделий.

А теперь, допустим, что при изготовлении таких же изделий на третьем предприятии достигнуто смещение центра рассеяния параметра качества на величину b в сторону высокого показателя качества (рис. 3, кривая 8). При этом средняя долговечность для всех изделий в количестве n определяется ординатой точки 9, а общая их долговечность по формуле:

$$F_9 = n[F_c - k(a - c - b)], \quad (3)$$

Для двух предыдущих случаев средняя долговечность для всех изделий, F_a :

$$F_a = n[F_c - k(a - c)] \quad (4)$$

Используя (3) и (4) определяем повышение общей долговечности n изделий ΔF_n и средней долговечности единицы изделий ΔF_1 из-за смещения центра рассеяния параметра качества на величину b .

$$\Delta F_n = F_9 - F_a = nkb \quad \text{и} \quad \Delta F_1 = \Delta F_n / n = kb .$$

Заменив b его значением, выраженным коэффициентом Расулова-коэффициентом смещения центра группирования кривых распределения K_p [6], получим:

$$\Delta F_n = 0,5nkK_p T \quad \text{и} \quad \Delta F_1 = 0,5kK_p T$$

Таким образом, смещение центра группирования основного параметра качества на величину b приводит к повышению средней долговечности единицы изделия на величину kb .

5. Выводы: - предлагается коэффициент производственного качества K_K , для оценки и сравнения качества деталей. Его значения изменяются в диапазоне $[0; 1]$.

Предусмотрен

для производственного качества $0,5 \leq K_K \leq 1$, для изменения качества при эксплуатации $0 \leq K_K \leq 1$,

- обоснована эффективность сборки изделий из деталей с одинаковыми или близкими производственными качествами,

- уменьшение среднеквадратического отклонения σ точности размера в процессе изготовления не влияет на среднюю долговечность изделия, а смещение центра группирования на величину b обуславливает повышение средней долговечности

каждого изделия на величину kb . Управление эксплуатационных показателей изделий целесообразно осуществлять смещением центра группирования математического ожидания, ограничивающего его параметр качества.

Список литературы:

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения / Б.М. Базров. - М.: Машиностроение, 2005. - 736 с.
2. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - Москва: Машиностроение, 2003. - 912 с.
3. Дроздов Ю.Н. Прикладная трибология (трение, износ, смазка) / Ю.Н. Дроздов, Е.Г. Юдин, А.И. Белов. - Москва: Эко-Пресс, 2010. - 604 с.
4. Quality management systems — Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2005 (E)). - [Published 2012-01-16]. - 30 p.
5. Национальный стандарт РФ. Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности: ГОСТ Р 51901.3-2007 (IEC 60300-2:2004). - [Введ. 2008-09-01]. - Москва: Стандартинформ, 2008. - 44 с.
6. Расулов Н.М. Управление качеством изделия в процессе его изготовления / Н.М. Расулов // Вестник машиностроения. - 2013. - № 2. - С. 83-86.
7. Расулов Н.М. О качестве изготовления изделий и их долговечности / Н.М. Расулов, У.М. Надиров, Г.Р. Гусейнов // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. науч. тр. - Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2013. - - Кн. 2: Технология и оборудование мех. и физико-тех. обработки. - 2013. - С. 434-443.
8. Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения: ГОСТ Р 53442-2009 (ИСО 1101:2004). - [Введ. 01.01.2012]. - М.: Изд-во стандартов, 2012. - 58 с.
9. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений: ГОСТ 25346-89 (ИСО 286-1-88). - [Введ. 01.01.1990]. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 25 с.

Надійшла до редакції 21.02.2014

Н.М. Расулов, У.М. Надиров

ПРО ОЦІНКУ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

У роботі представлений коефіцієнт виробничої якості для оцінки якості виготовлення деталей і їх елементів і порівняння якостей різних виробів однакового призначення. Обґрунтована вигідність складання виробів з деталей з однаковими якостями виготовлення. Виявлено, що зменшення середньоквадратичного відхилення точності розміру в процесі виготовлення не впливає на середню довговічність виробу, а зміщення центру групування обумовлює підвищення середньої довговічності кожного виробу.

Ключові слова: *якість, коефіцієнт, деталі, виробництво, допуск.*

N.M. Rasulov, U.M. Nadirov

ON THE EVALUATION OF QUALITY OF PRODUCTION

The paper presents production quality coefficient to evaluate the quality of parts and components, and compares the qualities of various products of the same purpose. We justified the profitability of assembly of parts with the same qualities. The reduction in standard deviation of accuracy in the manufacturing process does not affect the high durability of the product, and the offset of the grouping center increases average longevity of each product.

Key words: *quality, rate, detail, manufacture, tolerance limit.*