

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ. ЧАСТЬ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПО МЕТОДУ «ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЙ» ДЕТАЛИ¹

В.В. Мартишкин, С.А. Зайцев, Ю.А. Сепесева

Разработан порядок расчета качества деталей на стадии разработки рабочей документации по принципу «определяющей детали». Определены инженерно-технические решения, зависящие от разницы в показателях качества оцениваемого и базового изделий, которые могут способствовать повышению качества оцениваемого изделия.

Ключевые слова: качество технических изделий, коэффициенты весомости, надежность, определяющая деталь.

QUALITY DETERMINATION OF TECHNICAL PRODUCTS. PART 2. DETERMINATION OF TECHNICAL PRODUCTS QUALITY BY THE «DEFINING DETAILS» PRINCIPLE

V. Martyshkin, S. Zaytsev, Yu. Sepeseva

Procedure for calculation of parts quality at the stage of working documentation development is determined on the principle of «defining details». There are identified engineering solutions that depend on the difference in the indicators of quality value and basic products, which can improve the quality of the evaluated product.

Keywords: quality technical products, the weighting factors, reliability, determining detail.

Принципы применения метода «определяющей детали»

Определение качества технических изделий предлагается проводить по методу «определяющей» детали. Метод основан на известном принципе Парето, который в приложении к расчетам качества технических изделий сформулирован следующим образом: «определяющие детали, т.е. 20 % деталей в сборочной единице, обеспечивают 80 % функциональности и надежности всей сборочной единицы» [1]. Этот принцип с использованием дифференциальной и интегральной функций нормального распределения дает возможность определять качество деталей и сборочных единиц по сокращенной схеме без потери информации о реальном качестве деталей и сборочных единиц.

В сборочной единице «блок цилиндров» «определяющей» деталью является поршень (табл. 1).

Ниже представлены принципы идентификации деталей в качестве «определяющих».

1. Как показано в табл. 2, все детали технических изделий различаются по своему назначению, функциональности и ожидаемой безотказности.

2. Коэффициенты весомостей деталей в сборочной единице представляют собой вероятности значимости деталей относительно других деталей сборочной единицы. Коэффициенты весомостей определяют через балльные оценки по принципу нормировки: $\beta_i = \frac{r_i}{\sum r_i}$, где β_i – нормированный коэффициент весомости детали. Условие нормированности коэффициентов весомостей $\sum \beta_i = 1,0$.

3. Расчеты качества технических изделий начинают с построения структурной и функциональной схем этих изделий. На структур-

¹ Часть 1 «Использование свойств нормального распределения при расчетах качества технических изделий» опубликована в журнале «Машиностроение и инженерное образование». 2017. № 4. С. 2–10

Таблица 1

Спецификация двигателя внутреннего сгорания

Сборочная единица	Детали	Состав автомобильного двигателя (сокращенный вариант)
1) Блок цилиндров	1	Поршень
	2	Поршневой палец
	3	Шатун
	4	Крышка шатуна
	5	Корпус цилиндров
	6	Коленчатый вал
	7	Маховик
2) Головка блока цилиндров	8	Крышка головки цилиндров
	9	Кулачковый вал
	10	Клапаны
3) Картер	11	Поддон
	12	Шестерни масляного насоса

Таблица 2

Классификация деталей технических изделий по безотказности, конструктивности, функциональности и значимости, выраженных в балльных оценках

Описание групп сложности деталей	Примеры деталей (сокращенный список)	Балльные оценки, r_i
Группа сложности 1. Детали тяжело нагруженные и изнашивающиеся, $P_{r1} = 0,997$		
<i>Рабочая функция</i> состоит в создании и передаче работы и мощности. В процессе работы детали подвергаются различным нагрузкам и интенсивному износу.	Поршни двигателей, компрессоров, и гидроцилиндров, различные подшипники скольжения, детали зубчатых, червячных, фрикционных и других типов передач, колодки тормозов и другие детали подобного типа.	10...9
Группа сложности 2. Детали основные, $P_{r2} = 0,975$		
<i>Рабочая функция</i> заключается в обеспечении правильного расположения и взаимодействия деталей 1-й группы	Блоки цилиндров, станины, рамы, кронштейны, стойки, шатуны, корпуса и крышки сложных редукторов, валы и оси гладкие и ступенчатые, и другие детали подобных типов.	8...7
Группа сложности 3. Детали вспомогательные, $P_{r3} = 0,960$		
<i>Рабочая функция</i> заключается в обеспечении работы деталей 2-й и 3-й групп.	Косынки, ребра, диафрагмы, раскосы, угольники, втулки, валики, гладкие оси, шайбы, болты, ванты, кольца, прокладки, вставки, рычаги простые, маховики и т.п.	6...5

ной схеме указывают значимость (весомость) деталей в составе сборочных единиц и сборочных единиц в составе изделия, что необходимо для однозначной идентификации деталей и сборочных единиц в составе изделия. Затем составляют функциональную схему изделия,

совмещенную со схемой расчета безотказности деталей и сборочных единиц. Определяют безотказности деталей и сборочных единиц на основе учета их принадлежности к соответствующим группам. Построение структурных и функциональных схем описано в первой

части работы [2], при этом особо отмечается, что самым высоким значением безотказности обладает самая значимая (определяющая) деталь в сборочной единице, поэтому такие детали располагают в начале расчетной схемы безотказности.

4. Рассмотрение структурной и функциональной схем, описанных в первой части работы, позволяет сделать следующие выводы о детали – поршне:

- располагается в начале структурной и функциональной схем;
- соответствует принципу Парето;
- обладает наибольшей безотказностью (так как принадлежит к 1-й группе деталей по функциональности и безотказности).

Описанные принципы идентификации деталей в качестве «определяющих» вполне достаточны для придания статусу детали поршень как «определяющей».

Функциональная связь показателей качества деталей с их весомостями

Функциональная связь показателей качества деталей с их весомостями может быть описана интегральной функцией нормального распределения. И действительно, для получения значений интегральной функции

$$F_x = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i-a)^2}{2\sigma^2}}$$

мы должны располагать:

1) x_i – измеренными значениями определенных параметров деталей. В качестве таких параметров при расчетах качества мы используем конструктивные и технологические параметры, которые должны быть представлены в виде безразмерных коэффициентов;

2) $a \approx \bar{x}$ – математическое ожидание или среднее арифметическое показателей качества, представляющее сумму средних арифметических конструктивных и технологических параметров с учетом их весомостей;

3) $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ – среднеквадратическое

отклонение от ожидаемого качества детали, которое может быть рассчитано при наличии вышеописанных данных.

При этих условиях абсцисса графика интегральной функции (рис. 1) преобразуется в шкалу качеств детали в интервале 0–1,0, а ор-

дината графика в шкалу весомостей в интервале 0–1,0. Обе шкалы безразмерные и одинакового масштаба. Обоснование такого вывода следующее: весомость детали представляет собой вероятность значимости детали относительно других деталей сборочной единицы. Заменяя шкалу вероятностей интегральной функции нормального распределения на весомости деталей, мы не изменяем физического смысла и размерности этой шкалы. Такая замена не противоречит также и известному принципу взаимосвязи предельных и номинальных значений показателей качества: «.. весомость выше для того показателя, значение которого ближе к номинальному» [3]. Приняв во внимание все вышеописанные доводы, мы считаем, что связь показателей качества деталей (ось x) с весомостями (ось y), может быть описана интегральной функцией с учетом определенной методической погрешности.

Однако в большинстве случаев показатели качества, полученные на основе параметров, указанных на чертеже детали, не совпадают со значениями, которые дает интегральная функция. Поэтому определяют поправку (методическую погрешность) для теоретических (интегральных) значений показателей качества,

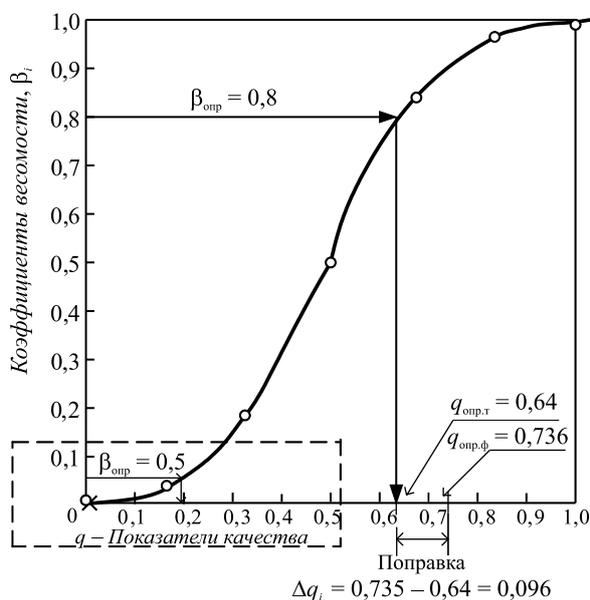


Рис. 1. Интегральная функция нормального распределения, используемая при расчетах показателей качества, и определение поправки к интегральному значению качества определяющей детали: $\beta_{\text{опр}} = 0,8$ – весомость определяющей детали в сборочной единице, $q_{\text{опр.т}} = 0,64$ – интегральное качество определяющей детали

которую учитывают при определении качества остальных деталей по известной весомости. На рисунке 1 показан принцип определения поправки к теоретическому (интегральному) значению качества определяющей детали.

Например, если расчетное (фактическое) значение качества определяющей детали составляет $q_{\text{опр.ф}} = 0,736$, то поправка к теоретическому значению показателя качества

$$\Delta_{q_i} = 0,736 - 0,64 = 0,096,$$

где $q_{\text{опр.т}} = 0,64$ – интегральное (теоретическое) качество определяющей детали при весомости 0,8.

Поправка к интегральным значениям качества может быть только положительной (так как $q_{\text{опр.т}} \geq 0,64$). Если в результате расчетов поправка получается отрицательной, то это говорит о том, что эту деталь необходимо оптимизировать, т.е. улучшить некоторые параметры детали для того, чтобы ее качество соответствовало критерию $Q_{\text{опр.т}} \geq 0,64$. Таким образом, уже на стадии определения качества определяющих деталей на основе использования интегральной функции может проводиться корректировка (улучшение) показателей качества деталей.

Пример расчета качества изделия по методу «определяющей» детали

Расчет качества изделия на основе метода «определяющей» детали осуществляют в следующей последовательности:

- 1) выделение в изделии «определяющей» сборочной единицы и «определяющей» детали в этой сборочной единице;
- 2) расчет качества «определяющей» детали;
- 3) расчет качества «определяющей» сборочной единицы;
- 4) расчет качества всего изделия на основе использования интегральной функции нормального распределения;
- 5) определение уровня качества изделия;
- 6) назначение управляющих инженерно-технических решений для повышения качества изделия.

Выделение в изделии «определяющей» сборочной единицы и «определяющей» детали в этой сборочной единице

В двигателе внутреннего сгорания (описанного в первой части этой работы), опреде-

ляющей сборочной единицей является блок цилиндров, а определяющей деталью в этой сборочной единице – деталь «поршень». Весомости определяющей сборочной единицы или определяющей детали в соответствии с принципом Парето могут быть установлены в интервале $\beta_{\text{опр.}} = 0,7-0,8$. Чтобы точнее установить весомость, соответствующую принципу Парето, можно использовать формулу:

$$\beta_{\text{опр.}} = 1 - \frac{1}{n_{\text{д.сб.}}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{д.сб.}}$ – количество деталей в сборочной единице.

В соответствии с этой формулой весомость определяющей детали в сборочной единице, имеющей до 5 деталей, может быть равна 0,7, 0,75 и 0,8. При $n > 5$, коэффициент весомости должен быть не более 0,8.

Пример:

$$\text{при } n_{\text{д.сб.}} = 3 \quad \beta_{\text{опр.}} = 1 - \frac{1}{3} = 0,666 \approx 0,7,$$

$$n_{\text{д.сб.}} = 4 \quad \beta_{\text{опр.}} = 1 - \frac{1}{4} = 0,75,$$

$$n_{\text{д.сб.}} = 5 \quad \beta_{\text{опр.}} = 1 - \frac{1}{5} = 0,8,$$

$$n_{\text{д.сб.}} = 6 \quad \beta_{\text{опр.}} = 1 - \frac{1}{6} = 0,83 \approx 0,8,$$

$$n_{\text{д.сб.}} = 7 \quad \beta_{\text{опр.}} = 1 - \frac{1}{7} = 0,85 \approx 0,8.$$

Таким образом, весомость определяющей детали «поршень» в сборочной единице «блок цилиндров» $\beta_{\text{опр.}} = 0,8$ (в сборочной единице «блок цилиндров» из 7 деталей (см. табл. 1)).

Расчет качества «определяющей» детали

На рисунке 2 представлен чертеж и общий вид определяющей детали (поршень двигателя ВАЗ 21124). На основе данных чертежа и технических требований рассчитывают показатель качества определяющей детали q_{di} , состоящей из суммы коэффициентов, описывающих конструктивные и технологические параметры детали с учетом их весомости:

$$\beta_{di} = \beta_{\text{кс}} \cdot \bar{q}_{\text{кс}} + \beta_{\text{тс}} \cdot \bar{q}_{\text{тс}}, \quad (2)$$

где $\bar{q}_{\text{кс}}$, $\bar{q}_{\text{тс}}$ – средние значения коэффициентов конструктивных и технологических показателей детали соответственно; $\beta_{\text{кс}} = 0,6$ и $\beta_{\text{тс}} = 0,4$ – весомости средних значений коэффициентов конструктивных и технологических показателей соответственно.

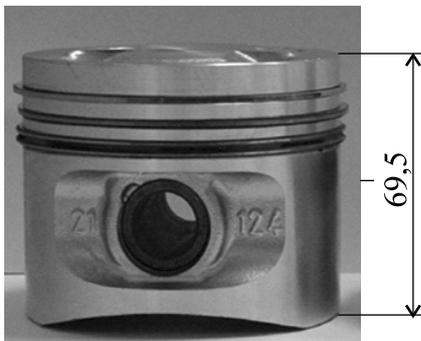
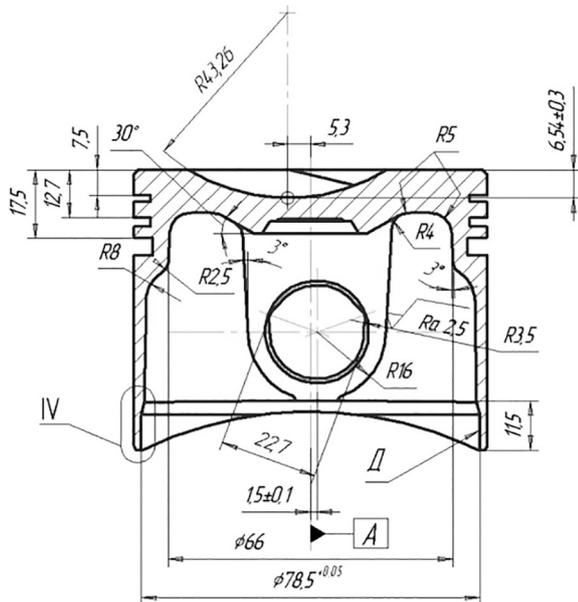


Рис. 2. Чертеж и общий вид поршня двигателя легкового автомобиля ВАЗ 21124

Средние значения коэффициентов с учетом их весомостей составляют качество детали. В таблице 3 представлен перечень коэффициентов для определения качества определяющей детали.

Значения указанных коэффициентов в зависимости от параметров деталей описаны в работе [1]. Для детали «поршень» значения коэффициентов определены и представлены в табл. 4.

Качество детали «поршень»:

$$q_{\text{опр}} = \beta_{\text{кс}} \cdot \bar{q}_{\text{кс}} + \beta_{\text{тс}} \cdot \bar{q}_{\text{тс}} = 0,6 \cdot 0,7 + 0,4 \cdot 0,79 = 0,736.$$

Так как коэффициент весомости определяющей детали (поршень) равен 0,8, то на остальные детали сборочной единицы «блок цилиндров» остается суммарная весомость 0,2.

Весомости остальных деталей небольшие, поэтому считают, что при ожидаемых небольших значениях коэффициентов весомостей, коэффициенты весомости остальных деталей могут быть одинаковыми. В этом случае коэффициенты весомостей остальных деталей определяют по формуле

$$\beta_{i,\text{ср}} = \frac{0,2}{n}, \quad (3)$$

где $\beta_{i,\text{ср}}$ – усредненный коэффициент весомости остальных деталей сборочной единицы, $n = 6$ количество остальных деталей (без определяющей детали).

Таблица 3

Перечень коэффициентов, описывающих конструктивные и технологические параметры

Коэффициенты, описывающие конструктивные параметры детали	Коэффициенты, описывающие технологические параметры детали
$q_{\text{сл}}$ – коэффициент конструктивной сложности	$q_{\text{т}}$ – коэффициент точности
$q_{\text{р.х}}$ – коэффициент размерной характеристики детали	$q_{\text{ш}}$ – коэффициент шероховатости
$q_{\text{р.м}}$ – коэффициент числа размеров, выполненных механической обработкой	$q_{\text{заг}}$ – коэффициент типа заготовки
$q_{\text{р.р}}$ – коэффициент числа размеров, обозначающих резьбу	$q_{\text{доп}}$ – коэффициент вида дополнительной обработки
$q_{\text{мат}}$ – коэффициент группы материалов	$q_{\text{пов}}$ – коэффициент отклонения формы и расположения по верхностям
$\bar{q}_{\text{кс}} = \frac{\sum_{i=1}^5 q_{kd}}{5} = \frac{q_{\text{рх}} + q_{\text{рм}} + q_{\text{рр}} + q_{\text{мат}} + q_{\text{сл}}}{5}$	$\bar{q}_{\text{тс}} = \frac{\sum_{i=1}^5 q_{td}}{5} = \frac{q_{\text{т}} + q_{\text{ш}} + q_{\text{заг}} + q_{\text{доп}} + q_{\text{пов}}}{5}$

Значения коэффициентов, описывающих конструктивные и технологические параметры определяющей детали

$q_{сл.}$ – коэффициент конструктивной сложности	0,5	$q_{т.}$ – коэффициент точности	0,9
$q_{р.х.}$ – коэффициент размерной характеристики детали	0,84	$q_{ш.}$ – коэффициент шероховатости	0,8
$q_{р.м.}$ – коэффициент числа размеров, выполненных механической обработкой	0,82	$q_{заг.}$ – коэффициент типа заготовки	0,82
$q_{р.р.}$ – коэффициент числа размеров, обозначающих резьбу (нет резьб)	0,9	$q_{доп.}$ – коэффициент вида дополнительной обработки	0,68
$q_{мат.}$ – коэффициент группы материалов	0,48	$q_{пов.}$ – коэффициент отклонения формы и расположения поверхностей	0,78
$\bar{q}_{кс} = 0,7$		$\bar{q}_{тс} = 0,79$	

При одинаковых весомостях остальных деталей в сборочной единице показатели качества этих деталей также одинаковые, поэтому суммарное качество остальных деталей сборочной единицы рассчитывают по формуле:

$$\sum q_{i,ф} = [\beta_{i,ф} (q_{i,т} + \Delta q_{i,дет})]n, \quad (4)$$

где $\sum q_{i,ф}$ – суммарный показатель качества остальных деталей в сборочной единице; $q_{i,т}$ – интегральный показатель качества детали; $\Delta q_{i,дет}$ – поправка на интегральный показатель качества; $\beta_{i,ф}$ – усредненный коэффициент весомости остальных деталей сборочной единицы; n – количество остальных деталей в сборочной единице (в данном случае $n = 6$).

Расчет по этой формуле дает следующее значение суммарного качества остальных деталей (с учетом поправки):

$$\begin{aligned} \sum q_{i,ф} &= [\beta_{i,ф} (q_{i,т} + \Delta q_{i,дет})]6 = \\ &= \left[\frac{0,2}{6} (0,165 + 0,096) \right]6 = \\ &= [0,033 \cdot 0,261]6 = 0,052. \end{aligned}$$

Расчет качества определяющей сборочной единицы

Качество определяющей сборочной единицы определяют по формуле:

$$Q_{сб.i} = 0,8 \cdot q_{опр.ф} + \sum_{i=1}^6 q_{i,ф}, \quad (5)$$

$$Q_{сб.i} = 0,8 \cdot 0,736 + 0,054 = 0,642,$$

где 0,8 – весомость определяющей детали; $q_{опр.ф.}$ – расчетное качество определяющей детали; $\sum_{i=1}^6 q_{i,ф}$ – расчетное качество остальных деталей (с учетом поправки); $i = 6$ – количество остальных деталей в сборочной единице.

Расчет качества всего изделия

Качество технических изделий определяют по формуле:

$$Q_{изд.} = P_{тб} (\sum \beta_{сб.i} \cdot Q_{сб.i}), \quad (6)$$

где $P_{тб}$ – проектная (необходимая) безотказность изделия; $\beta_{сб.i}$ – весомости сборочных единиц; $Q_{сб.i}$ – качества сборочных единиц.

В первой части работы безотказность изделия двигатель была определена $P_{тб} = 0,821$. Весомости сборочных единиц в изделии двигатель распределяются следующим образом:

Блок цилиндров (определяющая сборочная единица) $\beta_i = 0,8$.

Головка цилиндров $\beta_i = 0,15$.

Картер $\beta_i = 0,05$.

По интегральной функции нормального распределения определяют качество остальных сборочных единиц (головка цилиндров и картер), предварительно определив поправку на определение качества сборочных единиц.

Качество определяющей сборочной единицы при весомости 0,8 по интегральной функции дает значение 0,64. Расчетное качество определяющей сборочной единицы рассчитано, и равно $Q_{сб.1} = 0,642$, поэтому поправка на ин-

тегральный показатель качества сборочных единиц равна

$$\Delta_{сб.и} = 0,642 - 0,640 = 0,002.$$

Показатель качества сборочной единицы «головка цилиндров» при весомости 0,15 имеет значение $Q_{сб.2} = 0,31$, а сборочной единицы «картер» при весомости 0,05 $Q_{сб.3} = 0,18$. Таким образом, показатели качества остальных сборочных единиц с учетом поправки равны: $Q_{сб.2} = 0,312$, $Q_{сб.2} = 0,182$.

Качество изделия («двигатель внутреннего сгорания»):

$$Q_{изд.} = P_{\text{то}} \left(\sum \beta_{сб.и} \cdot Q_{сб.и} \right) = 0,821 \times \\ \times [(0,8 \cdot 0,642) + (0,15 \times 0,312) + (0,05 \cdot 0,182)] = \\ = 0,821 \cdot 0,573 = 0,470.$$

Определение уровня качества изделия

Уровень качества изделия – сравнение значений показателей качества оцениваемого изделия с базовым значением. Базовое значение показателей качества в машиностроении РФ составляет не менее 0,95 ($Q_{баз.} = 0,95$). Уровень качества оцениваемого изделия определяют в процентах по формуле:

$$Y_{\text{оц.}} = \frac{Q_{\text{оц.}}}{Q_{\text{баз.}}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где $Y_{\text{оц.}}$ – уровень качества оцениваемого изделия; $Q_{\text{оц.}}$ – качество оцениваемого изделия; $Q_{\text{баз.}} = 0,95$ – качество базового изделия в РФ.

$$Y_{\text{оц.}} = \frac{0,47}{0,95} \cdot 100 \% = 49,4 \%$$

Управляющие инженерно-технические решения для повышения качества изделия

По результатам расчета уровня качества формулируют предложения по улучшению качества оцениваемого изделия. Предложения по улучшению качества оцениваемых изделий могут быть следующие:

1) если уровень качества оцениваемого изделия составляет 40–50 % от качества базового, то такой уровень качества и надежность изделия считаются не приемлемыми, и оцениваемое изделие возвращается на переработку с целью повышения надежности;

2) если уровень качества оцениваемого изделия составляет 51–70 % от качества базового, то это означает, что функциональность

оцениваемого изделия соответствует базовому, но требуется пересмотр конструкции деталей или сборочных единиц изделия на основе последних достижений в данной области техники;

3) если уровень качества оцениваемого изделия составляет 71–85 % от качества базового, то требуется корректировка технологических процессов изготовления определяющих деталей или сборочных единиц изделия с учетом последних достижений в данной области технологических процессов;

4) если уровень качества оцениваемого изделия составляет 86–95 % от качества базового, то требуется изменение параметров как конструктивных, так и технологических малоответственных сборочных единиц;

5) если уровень качества оцениваемого изделия составляет 96–100 % от качества базового, то не требуется корректировка, так как считается, что оцениваемое изделие приблизительно соответствует по качеству базовому. Разница в показателях качества 5 % ($\pm 2,5$ %) представляет собой методическую ошибку, отражающую субъективность метода расчета качества по методу «определяющей» детали и сборочной единицы.

Качество изделия, полученное в описанном примере, низкое. В рекомендациях управляющих инженерно-технических решений (пункт 1) указано: «...такой уровень качества и надежность изделия считается не приемлемым, и оцениваемое изделие возвращается на переработку с целью повышения надежности». Действительно, если повысить безотказность отдельных деталей сборочных единиц, то безотказность изделия можно повысить до 0,9. Тогда качество с учетом надежности будет равно $Q_{\text{оц.}} = 0,515$, что в соответствии с перечнем управляющих решений (пункт 2), станет необходимым «...пересмотр конструкции деталей или сборочных единиц изделия на основе последних достижений в данной области техники». Таким образом, если последовательно выполнять рекомендации управляющих инженерно-технических решений, то можно добиться повышения уровня качества.

Ниже описан пример модернизации двигателя ВАЗ 21124, проведенной работниками «АвтоВАЗа» [4]. Убедившись в недостаточности качества двигателя ВАЗ 21124, была проведена его модернизация с целью приближения к значениям качества современных двигателей. На рисунке 3 показан результат модернизации поршня двигателя ВАЗ 21124. В результа-

те модернизации получена новая конструкция поршня, которая используется в двигателе

ВАЗ 21126 (рис. 3, б). Новый поршень легче предыдущего на 104 г, что дало возможность увеличить мощность двигателя ВАЗ 21126 по сравнению с двигателем ВАЗ 21124 на 4,781 кВт.



Рис. 3. Модернизации поршня двигателя ВАЗ 21124:

а – поршень двигателя ВАЗ 21124;
б – поршень двигателя ВАЗ 21126

На рисунке 4 показаны результаты модернизации сборочной единицы «поршень в сборе». В рамках модернизации разработан новый шатун из более прочной стали (см. рис. 3, б), что дало возможность уменьшить его размеры и массу с одновременным сохранением безотказности этой сборочной единицы.



Рис. 4. Модернизация сборочной единицы «поршень в сборе»:

а – шатун в сборе двигателя ВАЗ 21124; *б* – шатун в сборе двигателя ВАЗ 21126 (после модернизации)

Приведенный пример говорит о том, что и без предложенной методики расчета качества можно улучшать изделия. Однако такие методики (особенно на проектных стадиях) дают направления возможного улучшения из-

делий (в том числе и в области надежности), а стадия испытаний и доработки изделия требует документирования всех мероприятий по улучшению качества. Поэтому «Общие методические рекомендации по оценке технического уровня промышленной продукции» [5] требуют конкретного обоснования и описания результата оценки уровня качества вновь созданной или модернизированной продукции, которое составить без описанного метода определения качества изделий по принципу «определяющей» детали может быть затруднительно.

Заключение

При расчетах качества технических изделий предлагается использовать метод «определяющей детали». В основе этого метода лежит принцип Парето, который при расчетах качества технических изделий дает возможность использовать интегральную функцию нормального распределения, однозначно описывающую связь показателей качества деталей и изделий с их весомостями.

Разработаны управляющие инженерно-технические решения для повышения качества изделий, которые способствуют повышению качества новых и модернизируемых изделий.

Список литературы

1. *Мартишкин В.В.* Алгоритм управления качеством технических изделий на стадии рабочего проектирования // *Технология Машиностроения*. 2014. № 5 (143). С. 58–63.
2. *Мартишкин В.В., Зайцев С.А., Сепесева Ю.А.* Определение качества технических изделий. Часть 1. Использование свойства нормального распределения при расчетах качества технических изделий // *Машиностроение и инженерное образование*. 2017. № 4. С. 2–11.
3. *Кане М.М. и др.* Управление качеством продукции машиностроения. М. «Машиностроение», 2010. – 415 с.
4. Конструктивные особенности двигателей ВАЗ 21124 и ВАЗ 21126 // Интернет-сайт АвтоВАЗ. URL: priora-vaz.ru/2170/sravnenie-21124-21126.html (дата обращения: 25 мая 2018 г.).
5. Общие методические рекомендации по оценке технического уровня промышленной продукции // *Стандарты и качество*. 1990. № 9, 10.

МАРТИШКИН Владимир Васильевич E-mail: vmartishkin@mail.ru Тел.: (495) 276-37-55	Кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета. Сфера научных интересов: управление качеством автотракторной продукции на стадиях жизненного цикла. Автор 76 научных публикаций, в том числе пять изобретений и 71 научная статья.
ЗАЙЦЕВ Сергей Алексеевич E-mail: saz@mami.ru Тел.: (495) 276-37-55	Кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета. Сфера научных интересов: методы и средства измерений и контроля геометрических параметров поверхности деталей машин, влияние финишных методов обработки поверхностей деталей на качество поверхностного слоя деталей машин. Автор более 80 учебно-методических изданий, 50 научных трудов, в т.ч. более 20 учебников с грифом Министерства образования и учебно-методических объединений для студентов вузов, среднеспециальных и начальных учебных заведений профессионального образования, опубликованных массовыми тиражами, 4 монографий.
СЕПЕСЕВА Юлия Анатольевна E-mail: sepeseva15@mail.ru Тел.: (495) 276-37-55	Аспирант кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета. Сфера научных интересов: управление качеством продукции. Автор пяти статей.