Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Машинобудівний факультет
Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка

Зубкова Н.В.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

з дисципліни «Кваліметрія, управляння якістю, сертифікація та конкурентоспроможність продукції»

Харків

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

1. Показатели назначения

Показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена и обуславливает область ее применения.

Группу показателей назначения подразделяют на четыре подгруппы:

- классификационные;
- показатели функциональные и технической эффективности;
- конструктивные показатели;
- показатели состава и структуры.

1.1 Классификационные показатели характеризуют принадлежность данной продукции к определенной классификационной группе продукции.

Классификация (от лат. klassic - разряд, группа) - это разделение множества объектов на подмножества по их сходству и (или) различию в соответствии с принятыми методами классификации.

Классификация однородной группы продукции в процессе оценки качества позволяет:

- установить классификационную группу, в пределах которой возможно сопоставление оцениваемой продукции с другими аналогами;
- дает возможность сформулировать общие требования к качеству продукции отдельной группы;
- служит основанием для определения групповой номенклатуры показателей качества;
- позволяет применять единые методы экспертизы качества для данной группы продукции.

На практике используют два основных вида классификации: фасетный (от фр. facette - грань отшлифованного камня) и иерархический (от греч. hierarchia - расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему).

При фасетном методе классификации подмножества объектов объединяются в одну группу по одному из присущих им признаков (свойств).

При иерархическом методе классификации каждая последующая ступень классификации характеризует признак вышестоящей ступени.

Классификационными показателями качества также могут быть: число посадочных мест и мощность двигателя - для автобусов; грузоподъемность, эксплуатационная скорость, проходимость - для грузовых автомобилей; пределы измерения, разрешающая способность - для измерительных приборов; высота центров и расстояние между центрами - для металлообрабатывающих станков.

1.2 Показатели функциональной и технической эффективности характеризуют полезный эффект от использования и прогрессивность технических решений, закладываемых в продукцию. Для технических объектов эти показатели называются эксплуатационными. К ним относят такие показатели как: удельная мощность, производительность станка; грузоподъемность крана; прочность ткани; калорийность пищевых продуктов, точность выполнения операции и т.д.

Перечень показателей, характеризующих функциональную и техническую эффективность, зависят от объекта исследования, поэтому о содержании функциональных показателей и показателей технической эффективности нельзя говорить обобщенно. Показатели функциональной и технической эффективности рассматриваются отдельно для каждого конкретного изделия.

1.3 Конструктивные показатели характеризуют основные проектно-конструкторские решения изготовления и установки продукции, возможность ее агрегатирования и взаимозаменяемости. К конструктивным показателям относятся: габаритные и монтажные размеры; коэффициент сборности (блочности) изделия; уровень механизации или автоматизации работы изделия; наличие дополнительных устройств (таких, как наличие календаря в часах или домкрата для автомобилей) и т.п.

Коэффициент сборности (блочности) изделия характеризует простоту и удобство его монтажа и представляет собой часть, долю конструктивных элементов в общем количестве элементов изделия. Коэффициент сборности (блочности) изделия определяют по формуле:

$$T_{сб} = \frac{Q_c}{Q_{об}} = 1 - \frac{Q_н}{Q_{об}},$$

где Q_c - количество специфицируемых составных частей изделия;

$Q_н$ - количество неспецифицируемых составных частей изделия;

$Q_{об} = Q_c + Q_н$ - общее количество составных частей изделия.

Количество специфицируемых и неспецифицируемых частей изделия определяют из сведений о составе изделия, содержащихся в спецификации.

Уровень механизации и автоматизации определяется показателем относительной экономии живого труда в оцениваемом варианте производства работ по сравнению с базовым:

$$У_м = \frac{\sum A_{баз} - \sum A_{оц}}{\sum A_{оц}} 100\%,$$

где $\sum A_{баз}$ - суммарные затраты физической энергии рабочих на изготовление предмета труда в базовом варианте технологического процесса, МДж;

$\sum A_{оц}$ - суммарные затраты энергии в оцениваемом варианте технологического процесса, МДж.

Конструктивные показатели технических изделий рассчитывают на этапе их разработки (при проектировании и конструировании), но учитывают на всех последующих этапах жизненного цикла продукции.

1.4 Показатели состава и структуры характеризуют содержание в продукции химических элементов и структурных групп. Показатели состава и структуры технических изделий входят в подгруппу конструктивных показателей. А показатели состава и структуры других изделий рассматриваются самостоятельно в силу их специфичности. Показателями состава и структуры являются: процентное содержание легирующих добавок в стали; процентное содержание серы, золы в коксе; процентное содержание сахара, соли в пищевых продуктах; концентрация примесей в кислотах и др.

2 Показатели надежности

Показатели надежности определяют свойство продукции сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Надежность изделия - это комплексное свойство, которое в зависимости от назначения и условий эксплуатации образуется от следующих подгрупп показателей: безотказности; долговечности; ремонтопригодности; сохраняемости. В зависимости от вида изделия, его назначения и условий эксплуатации надежность может оцениваться только частью составных свойств надежности.

Основным понятием в теории надежности является отказ.

Отказ - событие, в результате которого происходит полная или частичная утрата работоспособности изделия Отказы классифицируют по причинам возникновения, по характеру возникновения и по характеру проявления, а также по возможности и сложности устранения.

Причинами возникновения отказов могут быть: неправильное проектирование или конструирование; неправильная разработка технологического процесса, его нарушение или ошибки в выборе и применении технологической оснастки; несоблюдение правил и режимов эксплуатации изделий, повышенные воздействия внешних факторов.

По характеру возникновения отказы подразделяются на внезапные, постепенные.

Внезапные отказы - отказы, которые происходят при скачкообразном изменении параметров изделия, их нельзя заранее предусмотреть.

Постепенные отказы - отказы, возникающие вследствие постепенного изменения одного или нескольких параметров (износа, перегрева, старения и деформации) отдельных элементов изделия.

По характеру проявления отказы подразделяются на явные и неявные.

Под безотказностью понимается свойство изделия сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки в определенных условиях эксплуатации без вынужденных перерывов.

Наработка - продолжительность (в часах или циклах) или объем работы изделия (в тоннах, киловаттах и т.п.)

Ресурс - суммарная наработка изделия от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Предельное состояние - состояние изделия, при котором дальнейшая его эксплуатация недопустима по требованиям безопасности или нецелесообразна по экономическим причинам, либо когда восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно из-за неустранимого снижения эффективности.

Срок службы - календарная продолжительность эксплуатации изделий или ее возобновления после ремонта от начала его применения до наступления предельного состояния.

Ремонтопригодность изделия - свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость - свойство изделия сохранять установленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного в технической документации.

2.1 Показатели, характеризующие безотказность.

Единичными показателями, характеризующими безотказность, являются:

- вероятность безотказной работы $P(t)$;
- интенсивность отказов λ;
- средняя наработка до первого отказа $T_{ср}$;
- параметр потока отказов ω;
- наработка на отказ T;
- условная средняя наработка до первого отказа $T_{ср}^{*}$.

Общим показателем как для ремонтируемых, так и для неремонтируемых изделия является вероятность безотказной работы $P(t)$.

2.1.1. Вероятностью безотказной работы называется вероятность того, что в пределах определенного промежутка времени или объема работ не произойдет отказ. Он определяется соотношением:

$$P(t) = \frac{N(t)}{N_0},$$

где N_0 - количество изделий работающих в начале промежутка времени;

$N(t)$ - количество исправных изделий в конце промежутка времени.

2.1.2. Интенсивностью отказов λ называют вероятность отказа неремонтируемого изделия в единицу времени, при условии, что отказ до этого не произошел. Она может быть определена по следующей формуле: А п

$$\lambda = \frac{\Delta n}{N(t)\Delta t},$$

где Δn - число изделий, отказавших за время Δt;

$N(t)$ -количество исправных изделий в конце промежутка времени *t*.

2.1.3. Средней наработкой до первого отказа $T_{ср}$ является среднее значение наработки изделий в партии до первого отказа. Она определяется выражением:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n},$$

где T_i - время работы *i*-го изделия до первого отказа;

n - количество изделий в партии, для которой определяется $T_{ср}$.

2.1.4. Параметром потока отказов ω называется среднее количество отказов ремонтируемого изделия в единицу времени, взятое для рассматриваемого момента времени. Он определяется по формуле:

$$\omega = \frac{\Delta n}{N_0 \Delta t},$$

где N_0 - количество изделий, проработавших в промежутке времени *t*;

Δn - число изделий, отказавших за время Δt. Следует учитывать, что при определении величины ω изделия, отказавшие в течение времени *t* ремонтируются. В этом случае $N_0 = N(t)$.

2.1.5. Наработкой на отказ T называется среднее значение наработки на отказ ремонтируемого изделия между отказами.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{cpi}}{n},$$

где T_{cpi} - среднее значение наработки на отказ *i*-го изделия;

n - число изделий в исследуемой партии. Значение T_{cpi} находится по формуле:

$$T_{cpi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{ij}}{m},$$

где T_{ij} - среднее время исправной работы i-го изделия между j-первым и $((j+1)$-м отказами;

m - число отказов i-го изделия.

Для характеристики безотказности как ремонтируемых, так и неремонтируемых изделий используют показатель, называемый условной средней наработкой до первого отказа T_{cp}^{*}.

2.1.6. Условной средней наработкой до первого отказа называют среднюю наработку на отказ при условии, что изделие, выполнившее заданный объем работы (ресурс) или проработавшее заданный срок службы, заменяется новым.

2.2 Показатели, характеризующие долговечность

Показатели долговечности характеризуют свойство продукции сохранять во времени работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

К ним относят: средний ресурс T_p; гамма-процентный ресурс $T_{p\gamma}$; назначенный ресурс $T_{pн}$; установленный ресурс $T_{pу}$; средний срок службы $T_{сл}$; гамма-процентный срок службы $T_{сл.\gamma}$; назначенный срок службы $T_{сл.н}$; установленный срок службы $T_{сл.у}$.

Понятие «ресурс» применяют при характеристике долговечности по наработке объекта, а «срок службы» - по календарному времени.

2.2.1. Средний ресурс изделия - это математическое ожидание его ресурса. На практике ограничиваются определением оценки среднего ресурса:

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{pi}}{N},$$

где T_{pi} - ресурс *i*-го объекта;

N - число испытуемых изделий.

2.2.2. Гамма-процентный ресурс выражает наработку, в течение которой изделие с заданной вероятностью γ процентов не достигает предельного состояния. Основным достоинством этого показателя является возможномть его определения до завершения испытаний. В большинстве случаев используют критерий 90 % ресурса.

Вероятность обеспечения гамма-процентного ресурса, соответствующего значению $\frac{\gamma}{100}$, определяют по формуле:

$$P(T_{p\gamma}) = \int_{T_{p\gamma}}^{\infty} P(T_p)dT_p = \frac{\gamma}{100},$$

где T_p - наработка до предельного состояния (ресурса);

γ - число изделий (%), не достигающих с заданной вероятностью предельного состояния.

2.2.3. Назначенный ресурс - суммарная наработка, при достижении которой применение изделия по назначению должно быть прекращено независимо от технического состояния.

2.2.4. Установленный ресурс - технически обоснованная или заданная величина ресурса, обеспечиваемая конструкцией, технологией и условиями эксплуатации, в пределах которой изделие не должно достигать предельного состояния.

2.2.5. Средний срок службы - математическое ожидание срока службы. Оценку среднего срока службы определяют по формуле:

$$T_{сл} = \frac{\sum_{i=1}^{T} T_{слi}}{N},$$

где $T_{слi}$ - срок службы *i*-го объекта.

2.2.6. Гамма-процентный срок службы - календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой изделие не достигает предельного состояния с вероятностью γ, выраженной в процентах. Гамма-процентный срок службы определяют по формуле:

$$P(T_{сл}) = \int_{T_{сл}}^{\infty} P(T_{сл})dT_{сл} = \frac{\gamma}{100}.$$

2.2.7. Назначенный срок службы - суммарная календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой применение изделия по назначению должно быть прекращено независимо от технического состояния.

Установленный срок службы - технико-экономически обоснованный срок службы, обеспечиваемый конструкцией, технологией и эксплуатацией, в пределах которого изделие не должно достигать предельного состояния.

Предельный срок службы - календарная продолжительность эксплуатации или использования изделия до момента списания или снятия с производства. Определяется аналогично среднему сроку службы.

2.3 Показатели, характеризующие ремонтопригодность

Показатели ремонтопригодности характеризуют свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин повреждений и их устранению путем проведения технического обслуживания и ремонта. К ним относят: среднее время восстановления работоспособного состояния $T_в$; вероятность восстановления работоспособного состояния $P_в(t)$; интенсивность восстановления $\mu(t)$; коэффициент аварийного простоя K_a; среднее число ремонтов (восстановлений) за время *t* - *H(t)*; коэффициент ремонтосложности *R*.

2.3.1. Вероятность восстановления работоспособного состояния $P_в(t)$ представляет собой вероятность того, что случайное время восстановления изделия $t_в$ будет не более заданного, т.е.

$$P_в(t_в) = P(t_в \le T_в) .$$

Для большинства изделий вероятность восстановления подчиняется экспоненциальному закону распределения:

$$P_в(t) = e^{-\lambda t_в} ,$$

где λ - интенсивность отказов;

$t_в$ - время восстановления.

2.3.2. Среднее время восстановления - математическое ожидание времени восстановления изделия. Оценка среднего времени восстановления определяется по формуле:

$$T_в = \frac{\sum_{k=1}^{m} T_{вk}}{m} ,$$

где $T_{вk}$ - время восстановления k-то отказа изделия, равное сумме времени затраченного на отыскание отказа t_0, и времени t_y на его устранение;

m - число отказов за заданный срок испытаний или эксплуатации.

2.3.3. Интенсивность восстановления представляет собой число восстановлений в единицу времени:

$$\mu(t) = \frac{1}{T_в} .$$

2.3.4. Коэффициент аварийного простоя характеризует вероятность восстановления изделия в любой момент времени:

$$K_a = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_{вi}}{\sum_{i=1}^{n} t_i + \sum_{i=1}^{n} t_{вi}},$$

где t_i - время простоя до ремонта i -го изделия;

$t_{вi}$ - время восстановления i -го изделия;

n - число отказов.

2.3.4. Коэффициент ремонтосложности характеризует объем ремонтных работ за год в физических единицах ремонтосложности. Коэффициент ремонтосложности определяют как сумму коэффициентов ремонтосложности механической части машин $R_м$ R м и электрической ее части $R_э$

$$R = R_м + R_э .$$

Объем ремонтных работ, выполняемых при капитальном ремонте механической и электрической части любого станка (машины) оценивается числом единиц ремонтосложности, который зависит только от конструктивных и технологических особенностей изделия и называется стабильной ремонтосложностью данного станка (машины).

Единицу ремонтосложности подразделяют на единицу ремонтосложности механической части машин и единицу ремонтосложности электрической части.

Единица ремонтосложности механической части машин - это ремонтосложность некоторой условной машины, трудоемкость капитального ремонта механической части которой, отвечающего по объему и качеству требованиям ТУ на ремонт, равна 50 ч в неизменных организационно-технических условиях среднего ремонтного цеха машиностроительного предприятия.

Единица ремонтосложности электрической части машин - это ремонтосложность некоторой условной машины, трудоемкость капитального ремонта электрической части которой, отвечающего по объему и качеству требованиям ТУ на ремонт, равна 12,5 ч в тех же условиях.

Механическая часть станков и машин может состоять из различных частей, в частности из кинематической, гидравлической и пневматической. Ремонтосложность механической части обозначают соответственно $R_к$, $R_г$ и $R_{пн}$. Электрическая часть станков и машин состоит из электрических приборов, проводки, ремонтосложность которых обозначают R_a, и электродвигателей R_d.

Коэффициент ремонтопригодности детали, узла, изделия - $K_{рем.пр}$. Коэффициент ремонтопригодности узла (детали) изделия характеризуется отношением времени непосредственного выполнения ремонта узла (детали) к общим затратам времени на ремонт изделия, включая выявление дефекта изделия, его разборку, наладку и сборку.

2.4 Показатели сохраняемости

Показатели сохраняемости характеризуют свойство объекта сохранять значения показателей безопасности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения или транспортирования. К ним относят: средний срок сохраняемости T_c;

гамма процентный срок сохраняемости $T_{c\gamma}$; назначенный срок хранения $T_{c.н}$; установленный срок сохраняемости (срок сохраняемости) $T_{c.у}$.

2.4.1. Сроком сохраняемости называется календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования изделия в заданных условиях, в течение и после которой значения показателей качества остаются в установленных пределах. Показатели сохраняемости устанавливаются по результатам испытаний.

2.4.2. Средним сроком сохраняемости технических изделий называется математическое ожидание его срока сохраняемости. Средний срок сохраняемости определяют по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_{ci}}{N},$$

где T_{ci} - срок сохраняемости *i*-го изделия.

2.4.3. Гамма-процентный срок сохраняемости - календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования изделия, в течение и после которой показатели безотказности, долговечности и ремонтопригодности изделия не выйдут за установленные пределы с вероятностью γ, выраженной в процентах.

$$P(T_{сл}) = \int_{T_{сл}}^{\infty} P(T_{сл}) dT_{сл} = \frac{\gamma}{100}.$$

2.4.5. Назначенный срок хранения - календарная продолжительность хранения в заданных условиях, по истечении которой применение изделия по назначению не допускается независимо от его технического состояния.

2.4.5. Установленным сроком сохраняемости называют технико-экономически обоснованный срок хранения, обеспечиваемый конструкцией и эксплуатацией, в пределах которого показатели безотказности, долговечности и ремонтопригодности остаются теми же, какими они были у изделия до начала его хранения и (или) транспортирования.

3 Показатели технологичности

Показатели технологичности характеризуют совокупность свойств конструкции изделия, которая определяет ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Обобщенными показателями технологичности являются: трудоемкость, учитывающая затраты прямого труда; материалоемкость, учитывающая затраты прошлого труда; энергоемкость, учитывающая затраты электроэнергии; себестоимость, учитывающая затраты всех видов труда.

Трудоемкость, материалоемкость и себестоимость дополнительно делят на суммарную (общую), структурную, удельную, сравнительную и относительную.

Показатели технологичности характеризуют свойства изделий, обуславливающие оптимальное распределение затрат материалов, труда и времени при

подготовке производства, изготовлении, а также при эксплуатации и утилизации. Поэтому различают производственную и эксплуатационную технологичность.

Производственной технологичностью называется степень соответствия конструкции изделия оптимальным производственно- технологическим условиям при заданном объеме выпуска.

Единичными показателями эксплуатационной технологичности являются:

- штучная трудоемкость работ $t_{шт}$;

- удельная трудоемкость профилактического обслуживания функционирующего изделия $t_{уд.об.}$;

- удельная трудоемкость ремонтов $t_{уд.р.}$;

- удельная суммарная трудоемкость эксплуатации изделия $t_{уд.с.}$;

- удельные затраты на эксплуатационное обслуживание $З_{уд.обс.}$;

- удельные затраты на эксплуатационные ремонты $З_{уд.р.}$;

- сравнительная трудоемкость работ, выполняемых с помощью изделия t_c;

- удельная материалоемкость при эксплуатации $M_{уд.}$;

- удельная себестоимость изделия $C_{уд.}$.

Единичными показателями производственной технологичности являются:

- суммарная трудоемкость изготовления изделия T;
- структурная трудоемкость $T_{стр}$;
- суммарная материалоемкость М;
- удельная материалоемкость изделия $М_{уд}$;
- относительная материалоемкость $М_{отн}$;
- коэффициент использования материала $K_{и.м.}$;
- суммарная себестоимость изготовления изделия C;
- структурная себестоимость C_i;
- относительная себестоимость $C_{отн}$.

3.1 Показатели, характеризующие трудоемкость

Под трудоемкостью понимают количество труда в человеко-часах, затрачиваемое на технологический процесс изготовления продукции или выполнения работ.

Различают следующие виды трудоемкости: штучная; суммарная; структурная; удельная; сравнительная; относительная.

Штучная трудоемкость - это трудоемкость единицы производимой продукции или работ.

Штучная трудоемкость состоит из основного (технологического) времени на производство продукции, вспомогательного времени и времени технологического обслуживания:

$$t_{шт} = t_o + t_в + t_{т.о.}$$

где t_o - основное время производства работ;

$t_в$ - вспомогательное время;

$t_{т.о.}$ - время технологического обслуживания.

Основное технологическое время выполнения операции или изготовления единицы продукции определяется выражением:

$$t_o = \frac{F}{N}$$

где F - заданное время работы изделия;

N - число изготовленной продукции в штуках, метрах, тоннах и т.п. или число выполненных технологических операции технологического процесса за тот же период времени.

Суммарная трудоемкость изготовления изделия, а также суммарная трудоемкость производства продукции или услуг, выполняемых с помощью данного изделия, определяют по формуле:

$$T = \sum_{i=1}^{k} t_i \ ,$$

где t_i - трудоемкость отдельных видов работ, входящих в технологический процесс изготовления изделия, например, трудоемкость токарной обработки, трудоемкость шлифования и т.д.

k - количество видов работ.

Структурная трудоемкость - трудоемкость по рабочим местам, участкам, цехам.

Удельная трудоемкость - трудоемкость, приходящаяся на единицу главного параметра B:

$$T_{уд.} = \frac{T}{B},$$

где T - трудоемкость вида работ;

B - показатель определяющего (главного) параметра.

Например, удельная трудоемкость ремонтов изделия определяется следующим образом:

$$t_{уд.} = \frac{t_p}{B} \ ,$$

где t_p - трудоемкость эксплуатационных ремонтов.

Относительная трудоемкость характеризует долю трудозатрат по отдельным видам работ в суммарной трудоемкости и определяется по формуле:

$$T_{отн.} = \frac{t_i}{T} \ ,$$

где t_i - трудоемкость i-го вида работ, например, трудоемкость сборочно-монтажных работ, трудоемкость настроечно-регулировочных работ и т.п.

Сравнительная трудоемкость характеризует уровень трудозатрат и определяется по формуле:

$$У_{тр} = \frac{T}{T_{баз}} \ ,$$

где $T_{баз}$ - базовая трудоемкость, принятая для сравнения при оценке уровня технологичности по трудоемкости изготовления изделия.

3.2 Показатели, характеризующие материалоемкость изделия

Показатели материалоемкости характеризуют количество материала, затраченного на изготовление изделия.

Различают суммарную, структурную, удельную, сравнительную и относительную материалоемкость.

Суммарная материалоемкость определяется по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^{n} m_i ,$$

где m_i - материалоемкость i -ой составной части изделия;

n - количество составных частей изделия.

Структурная материалоемкость изделия выражает количество отдельных видов (классов, марок, сортов) материалов и является структурным элементом суммарной материалоемкости.

Удельная материалоемкость изделия определяется по формуле:

$$M_{уд} = \frac{M}{B} ,$$

где M - чистая масса изделия.

Сравнительная материалоемкость определяется по формуле:

$$M_{м} = \frac{M}{M_{баз}}$$

где $M_{баз}$ - базовое значение материалоемкости, принятое для сравнительной оценки

Относительная материалоемкость определяется как отношение массы данного материала к суммарной материалоемкости изделия:

$$M_{отн} = \frac{m_i}{M} ,$$

где m_i - масса данного материала.

Материалоемкость также характеризуют такие показатели, как коэффициент применяемости материала и коэффициент использования материала.

Коэффициент применяемости материала выражает долю применения в данном изделии определенных, наиболее прогрессивных, видов, классов, марок и сортов материала.

Коэффициент использования материала характеризует эффективность использования материальных ресурсов при производстве изделия и определяется как отношение количества (массы) материала в готовой продукции к количеству (массе) вводимого в технологический процесс материала:

$$K_{и.м.} = \frac{M}{M_{в}} ,$$

где $M_{в}$ - количество (масса, определяемая по весу) материала в готовом изделии;

M - количество (масса) материала, введенного в технологический процесс.

3.3 Показатели, характеризующие себестоимость

В группу показателей себестоимости входят: суммарная, структурная, удельная, относительная, сравнительная себестоимость.

Суммарная себестоимость - себестоимость изготовления изделия с учетов всех видов затрат.

Структурная себестоимость характеризует финансовые затраты по всем видам работ, входящих в технологический процесс изготовления изделия.

Удельная себестоимость изделия определяется как отношение суммарной себестоимости изделия на величину главного параметра.

$$C_{уд} = \frac{C}{B},$$

где B - показатель определяющего (главного) параметра.

Относительная себестоимость изготовления и (или) эксплуатации определяется как отношение себестоимости по видам производимых работ к суммарной себестоимости:

$$C_{отн} = \frac{C_{в.р.}}{C},$$

где $C_{в.р.}$ - себестоимость по видам производимых работ, например, как суммарная себестоимость ремонтов, суммарная себестоимость профилактического обслуживания.

Сравнительная себестоимость или уровень себестоимости $У_с$ определяется по отношению к базовому показателю себестоимости, принятому или заданному для сравнительной оценки технологичности по данному параметру:

$$У_у = \frac{C}{C_{баз}},$$

где $C_{баз}$ - базовая себестоимость, принятая для сравнительной оценки технологичности по себестоимости изготовления изделия.

4 Показатели унификации

Показатели унификации характеризуют степень использования в продукции стандартизованных изделий и уровень унификации составных частей изделия. К показателям унификации относят коэффициенты: применяемости; повторяемости; взаимной унификации для групп изделий; унификации для группы изделий.

Коэффициент применяемости определяют по следующей формуле:

$$K_{пр} = \frac{n - n_o}{n},$$

где n - количество типоразмеров (наименований) составных частей изделия;

n_o - количество типоразмеров оригинальных составных частей изделия.

Очевидно, что $K \le 1$.

Коэффициент повторяемости составных частей изделия

$$K = \frac{N}{n} 100,$$

где N - общее число составных частей, входящих в изделие;

n - общее число, типоразмеров составных частей входящих в изделие.

Коэффициент взаимной унификации для групп изделий

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i - z}{\sum_{i=1}^{k} n_i - n_{\max}},$$

где n_i - количество типоразмеров составных частей в изделии;

$n_{\max}$ - максимальное количество типоразмеров составных частей одного из изделий группы;

z - общее количество неповторяющихся типоразмеров составных частей, из которых состоит группа изделий;

k - общее количество рассматриваемых изделий в группе.

Коэффициент унификации для группы изделий:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^{m} K_{np_i} \cdot D_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^{m} D_i \cdot C_i},$$

где m - количество изделий в группе;

K_{np_i} - коэффициент применяемости для i -го изделия;

D_i . - годовая программа по i -му изделию;

C_i - оптовая цена i -го изделия.

При отсутствии данных о цене каждого изделия группы коэффициент унификации определяют по упрощенным формулам:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^{m} K_{np_i} \cdot D_i}{\sum_{i=1}^{m} D_i} \text{ или } K_y = \frac{\sum_{i=1}^{m} K_{np_i}}{m}.$$

5 Патентно-правовые показатели

Патентно-правовые показатели характеризуют степень патентной защиты и патентной чистоты изделия.

Показатель патентной защиты выражает степень защиты изделия авторскими свидетельствами в Украине и патентами за рубежом (в странах предполагаемого эксперта) и его определяют по формуле:

$$P_{п.з} = \sum_{j=1}^{n} g_j + \sum_{i=1}^{k} \frac{g_i N_i}{N_{io}},$$

где g_j - индивидуальные коэффициенты весомости особо важных составных частей изделия;

n -количество особо важных составных частей изделия;

N_i - количество составных частей основной и вспомогательной групп, защищенных авторскими свидетельствами Украины или патентами на отечественные изобретения в стране предполагаемого экспорта;

N_{io} - общее количество учитываемых составных частей изделия в основной и вспомогательной группе;

k - число групп значимости (учитываемых свойств);

g_i - коэффициент весомости основной или вспомогательной группы.

Показатель патентной чистоты выражает степень воплощения в изделий оригинальных технических решений (не подпадающих под действующие патенты) и определяется по формуле:

$$P_{п.ч.} = \sum_{j=1}^{n} g_j + \sum_{i=1}^{k} \frac{g_i (N_i - N_{i,р.п.ч.})}{N_{io}},$$

где g_i - коэффициент весомости основной или вспомогательной групп;

g_j - коэффициенты весомости особо важных составных частей изделия;

n - количество особо важных составных частей изделия, обладающих патентной чистотой;

N_{io} - общее количество учитываемых составных частей изделия в i -ой группе;

$N_{i,р.п.ч.}$- количество составных частей изделия в группе, подпадающих под действие патентов, выданных в данной стране;

k - число групп значимости.

6 Эргономические показатели

Эргономические показатели, характеризующие систему «человек - изделие - среда», устанавливают соответствие свойств изделия тем или иным свойствам человека. К группе эргономических показателей относятся следующие подгруппы показателей:

- антрометрические;
- гигиенические;
- физиологические и психофизиологические; психологические.

Антрометрические показатели определяют соответствие изделия (машины) размеру, форме и весу человека.

В эту подгруппу входят показатели соответствия:

- конструкции изделия размерам человека;
- конструкции изделия форме тела человека и его отдельных частей;
- конструкции изделия распределению веса человека.

Гигиенические показатели определяют соответствие изделия (машины) гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека.

К этой группе показателей относят показатели уровней: освещенности; температуры; влажности; давления; запыленности; токсичности; шума; вибрации; перегрузок; напряженности электрических и магнитных полей.

Физиологические и психофизиологические показатели характеризуют соответствие изделия силовым возможностям человека, скоростным возможностям, зрительным, психофизиологическим, слуховым и осязательным.

В эту подгруппу входят показатели соответствия:

- конструкции изделия силовым и скоростным возможностям человека
- конструкции изделия (размеры, формы, яркости, контраста цвета и пространственного расположения) зрительным возможностям человека;
- органолептические показатели.

Психологические показатели характеризуют соответствие изделия психологическим возможностям человека. В эту группу входят показатели соответствия изделия возможностям восприятия и переработки информации (памяти, мышления, психомоторики) и навыкам (закрепленным и формируемым).

В целом эргономические показатели характеризуют эффективность взаимодействия человека с продукцией и могут быть выражены, например, показателями безошибочности работы человека-оператора в течение некоторого промежутка времени, комфортабельности условий работы.

7 Эстетические показатели

Эстетические показатели продукции характеризуют ее эстетическое воздействие на человека.

Эстетические показатели включают следующие подгруппы показателей:

- информационной выразительности;
- рациональности формы;
- целостности композиции;
- совершенства производственного исполнения и стабильности товарного вида.

Показатели информационной выразительности определяют способность изделия выражать своей формой эстетическое представление и культурные нормы, сложившиеся в обществе.

В эту подгруппу входят показатели:

- знаковости, оригинальности;
- стилевого соответствия;
- соответствия моде.

Показатели рациональности формы определяют соответствие формы изделия объективным условиям его изготовления и эксплуатации, а также выраженность в форме функционально-конструктивной сущности изделия.

В эту подгруппу входят показатели:

- функционально-конструктивной обусловленности;
- эргономической обусловленности.

Показатели целостности композиции определяют гармоничность единства частей и целого, эффективность использования профессионально-художественных средств для создания полноценного композиционного решения, органическую взаимосвязь элементов формы изделия и его согласованность с ансамблем других изделий.

В эту подгруппу входят показатели:

- организованности объемно-пространственной структуры;
- тектоничности;
- пластичности;
- упорядоченности и выразительности графических и изобразительных элементов; колорита и декоративности.

Показатели совершенства производственного исполнения и стабильности товарного вида определяют эстетическое восприятие формы изделия.

В эту подгруппу входят показатели:

- чистоты выполнения сочленений;
- тщательности покрытия и отделки;
- четкости исполнения фирменных знаков, указателей, упаковки и сопроводительной документации; устойчивость к повреждениям; сохраняемость цвета.

8 Показатели транспортабельности

Показатели транспортабельности характеризуют приспособленность продукции к перемещениям, не сопровождающимся ее использованием и потреблением. В группу показателей транспортабельности входят характеристики подготовительных и заключительных операции, связанных с транспортированием изделия к месту назначения.

К подготовительным операциям относятся, например, упаковка, погрузка изделия на транспортное средство, крепление и т.п. К заключительным операциям относятся снятие креплений; разгрузка, распаковывание и т.п.

Показатели транспортабельности выбирают с учетом конкретного вида транспорта.

Основными показателями транспортабельности являются следующие два показателя:

- коэффициент, характеризующий долю транспортируемых изделий, которые сохраняют в заданных пределах первоначальные свойства;
- коэффициент максимально возможного использования емкости (или грузоподъемности) транспортного средства или тары.

Коэффициент, характеризующий долю транспортируемых изделий, которые сохранять в заданных пределах первоначальные свойства определяют по формуле:

$$K_д = \frac{Q_в}{Q_п},$$

где $Q_в$ - масса (вес) или количество в штуках или иных единицах измерения продукции, выгруженной из транспортного средства и сохранившей значения

показателей качества в допустимых пределах;

$Q_п$ - масса изделий, количество в штуках или иных единицах измерения, погруженных в транспортное средство для транспортирования.

Коэффициент максимально возможного использования емкости (или грузоподъемности) транспортного средства или тары определяют по формуле:

$$K_V = \frac{N_в}{u(1-Y)},$$

где $N_в$ - максимально возможное использование емкости транспортного средства или тары, выраженное в единицах продукции;

V - объем единицы продукции;

u - емкость транспортного средства или тары;

Y - коэффициент нормативных потерь емкости транспортного средства.

К числу относительных показателей транспортабельности относятся:

- средняя трудоемкость подготовки единицы продукции к транспортирования (включая упаковку, погрузку и крепление);
- средняя стоимость подготовки продукции к транспортированию;
- средняя стоимость перевозки продукции одного изделия на расстояние 1 км пути определенным видом транспорта;
- средняя продолжительность разгрузки продукции и т.д.

9 Показатели безопасности

Показатели безопасности характеризуют свойства продукции, обуславливающие безопасность человека при потреблении или использовании продукции.

Безопасность - это такое состояние условий труда, при котором с определенной вероятностью исключена опасность, т.е. возможность повреждения (травмы, увечья) или ухудшение здоровья человека.

В общем случае состояние безопасности любых объектов, а также технологических и производственных процессов можно определять с помощью следующих показателей:

- вероятность безопасной работы человека в течение определенного промежутка времени; коэффициент безопасности;
- время срабатывания сигнализации или защитных устройств;
- сопротивление изоляции или электрическая прочность токоведущих цепей и т.п.

В частности, опасности для человека, возникающие при изготовлении и использовании продукции зависят от вида опасных воздействий, способа воздействия на человека и источника возникновения опасности.

К видам опасностей относят механическую, электрическую, термическую, химическую, биологическую опасности, пожаро- и взрывоопасности, и опасность излучений. По способу воздействия различают прямые и опосредованные опасности, по источнику возникновения - внутренние и внешние опасности.

К прямым относятся опасности, оказывающие непосредственное физиологическое воздействие на человека, к опосредованным - опасности, возникающие через искусственно созданное замкнутое пространство внешней среды, в котором реализуется процесс производства и потребления продукции.

К внутренним опасностям относятся опасности, потенциально заложенные в самой продукции, т.е. обусловленные ее составом, структурой и исходными материалами, к внешним - опасности, возникающие в результате проявления новых свойств под воздействием различных внешних факторов.

В зависимости от вида опасностей различают следующие подгруппы показателей безопасности: механическая опасность; электрическая нестабильность; термическая неустойчивость; склонность к возникновению пожара; склонность к возникновению взрыва; химическая опасность; биологическая активность; радиационная активность.

Механическая опасность подразделяется на механическую нестабильность и склонность к механическим колебаниям.

К механической нестабильности относятся следующие единичные показатели: изнашиваемость; деформируемость; коррозионная неустойчивость; способность загрязнять рабочую зону пылью и механическими отходами.

Склонности к механическим колебаниям подразделяется на шумность и виброактивность.

Электрическая нестабильность включает следующие единичные показатели:

- электрическая агрессивность; электропроницаемость;
- способность поражения электрическим током.

Термическая неустойчивость включает следующие единичные показатели:

- перегреваемость;
- переохлаждаемость;
- термоэлектрическая возбудимость;
- термохимическая агрессивность.

Склонность к возникновению пожара включает следующие единичные показатели: способность самовозгорания; способность возгорания от внешнего источника (теплового, электрического, механического и др.)

Склонность к возникновению взрыва включает следующие единичные показатели: склонность к взрыву от внутреннего источника определенного вида; склонность к взрыву от внешнего источника определенного вида.

Химическая активность включает следующие единичные показатели: химическая активность; разлагаемость органических материалов; разлагаемость специальных сред.

Биологическая активность включает следующие единичные показатели: биоразлагаемость; биоагрессивность.

Радиационная активность включает следующие единичные показатели: излучаемость радиоактивных веществ; возбудимость электромагнитного поля.

Перечень перечисленных показателей безопасности является примерным, и он может быть уточнен в зависимости от вида продукции и ее специфических особенностей, а также от условий производства и использования.

В некоторых случаях для технических изделий определяют уровень безопасности по коэффициенту безопасности.

Коэффициент безопасности определяется отношением количества показателей (требований) безопасности, соответствующих нормативно-технической документации по безопасности труда оцениваемой продукции, к общему количеству номенклатуры показателей безопасности относящихся к данному виду продукции:

$$K_б = \frac{N_б}{N_о},$$

где $N_б$ - количество показателей (требований) безопасности в соответствии с нормативно-технической документацией на данную продукцию;

$N_о$ - общее количество номенклатуры показателей на данный вид продукции.

Если коэффициент безопасности меньше единицы, то необходимо проводить мероприятия по его улучшению.

Уровень безопасности изделия определяется как отношение коэффициентов безопасности оцениваемого и базового образцов:

$$У_б = \frac{K_{б.оц.}}{K_{б.баз.}}.$$

В качестве базового образца принимается реальный образец, утвержденный в качестве эталона.

Применяемость показателей безопасности в зависимости от вида продукции (сырье, материалы, продукты) определяется действующими международными и отечественными стандартами и рекомендациями. Так, например, к показателям безопасности пищевых продуктов относятся содержание: тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец и т.п.); радионуклидов (цезий, стронций и т.д.); пестицидов; микотоксинов и т.д.

10 Показатели экономного расходования ресурсов

Показатели экономного расходования сырья и материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов характеризуют те свойства изделия, которые отражают его техническое совершенство по количеству потребляемых в процессе производства ресурсов. Группа показателей экономного расходования ресурсов включает две подгруппы показателей:

- экономичности энергопотребления;
- экономичности потребления изделием материальных и трудовых ресурсов.

К единичным показателям экономичности потребления относятся:

- коэффициент полезного действия;
- удельный расход электроэнергии;
- расход топлива при заданном режиме эксплуатации изделия.

10.1 Коэффициент полезного действия - это отношение полезной работы ко всей энергии, полученной системой (машиной).

Коэффициент полезного действия определяется как:

$$\eta = \frac{A_п}{A} = \frac{A - A_в}{A} = 1 - \frac{A_в}{A},$$

где $A_п$ - полезная работа;

A - энергия, полученная системой (машиной);

$A_в$ - теряемая энергия или мощность от действия сил сопротивления.

Для реальной машины коэффициент полезного действия всегда меньше единицы.

10.2 Удельный расход электроэнергии определяют как отношение абсолютных значений энергозатрат на величину главного параметра или полезного эффекта от эксплуатации данного изделия. В качестве главного параметра может быть принята номинальная мощность, производительность, надежность или другие характеристики.

Удельный расход электроэнергии для технических изделий определяется выражением:

$$Э_у = \frac{W \cdot Q \cdot K_{и.д.} \cdot K_в}{P_э},$$

где W - номинальная мощность двигателя;

Q - расход энергии (удельный) на единицу мощности двигателя;

$K_{и.д.}$ - коэффициент использования двигателей;

$K_в$ - коэффициент пересчета единиц времени;

$P_э$ - эксплуатационная производительность.

Выбор главного параметра является важным этапом при оценке качества продукции. Очень часто вместо главного параметра используют величину полезного эффекта. Например, для электрических машин таким эффектом является величина потребляемой энергии за определенный промежуток времени. Для грузовых автомобилей полезным эффектом является его пробег в тоннокилометрах за срок службы до капитального ремонта.

К единичным показателям экономичности потребления изделием материальных и трудовых ресурсов относятся:

- удельный расход сырья (воды, пара, сжатого воздуха, световой и тепловой энергии и т.д.);
- удельный расход материалов;
- потери сырья при регламентированных условиях эксплуатации изделия;
- потери материалов при регламентированных условиях эксплуатации и т.д.

11 Экологические показатели

Экологические показатели характеризуют уровень вредного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации изделия.

К этой группе показателей относятся:

- содержание вредных веществ в составе продукций и ее отходах;

- вероятность выброса вредных частиц, газов, излучений при производстве, хранении, транспортировании, потреблении и утилизации продукции.

Например, к экологическим показателям относят:

- токсичность выделяющихся веществ, способность выделяющихся веществ, влиять на органолептические свойства элементов окружающей среды, стабильность выделений вредных веществ;

- способность создавать электромагнитное поле диапазона радиочастот, радиационная активность, способность загрязнять окружающую среду пылью;

- способность препаратов микробиологического синтеза выделять биологически активные микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

Номенклатура экологических показателей зависит от вида продукции и ее особенностей, поэтому невозможно установить единую номенклатуру экологических показателей для всех без исключения видов продукции.

При определении экологических показателей качества новой продукции находят относительные показатели, то есть отношения фактических значений экологических показателей, например, концентрации вредных веществ или уровней вредных воздействий на природную среду к их предельно допустимым значениям. При этом должны соблюдаться следующие условия:

$$\frac{C_1}{ПДК_1}+\frac{C_2}{ПДК_2}+...+\frac{C_n}{ПДК_n}\le 1$$

или

$$\frac{B_1}{ПДУ_1}+\frac{B_2}{ПДУ_2}+...+\frac{B_n}{ПДУ_n}\le 1,$$

где C_1, C_2, …, C_n - концентрации вредных веществ;

$ПДК_1$, $ПДК_2$, …, $ПДК_n$ - предельно допустимые концентрации соответствующих вредных веществ;

B_1, B_2, …, B_n - фактические уровни вредных воздействий;

$ПДУ_1$, $ПДУ_2$, …, $ПДУ_n$ - предельно допустимые уровни вредных воздействий на природную среду.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ и предельно допустимые уровни вредных воздействий на окружающую среду регламентируются системой государственных стандартов в области охраны природы и экономного использования природных ресурсов (группа стандартов Т58) и другими нормативными документами и санитарно-гигиеническими (САНГИН).

Особую группу составляют экономические показатели качества, исключительная ценность которых состоит в их универсальности, т.е. применяемости к любому виду продукции (услуг), а также в том, что они определяют (раскрывают) связь качества продукции (услуги), себестоимости (цены производства) и цены (рыночной цены). Качество продукции (услуги), ее потребительские свойства во многом определяют как цену производства (и себестоимость), так и рыночную цену (цену). Повышение качества продукции (услуги) требует дополнительных затрат (издержек производства), что приводит к росту себестоимости (цены производства).

Повышенный спрос на продукцию (услуги) высокого качества приводит к росту цен (рыночных цен).

К экономическим показателям качества относят затраты на разработку, изготовление и испытания опытных образцов, себестоимость изготовления продукции, затраты на транспортирование, хранение, утилизацию.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Определить свойства показателей назначения. Дать характеристику классификационным, конструктивным показателям, показателям функциональной и технической эффективности, состава и структуры.
2. Определить свойства показателей надежности. Охарактеризовать показатели безопасности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости.
3. Определить свойства показателей технологичности. Дать описание показателей, характеризующих трудоемкость, материалоемкость изделия, себестоимость.
4. Определить свойства показателей унификации.
5. Определить свойства патентно-правовых показателей.
6. Определить свойства эргономических показателей.
7. Определить свойства эстетических показателей.
8. Определить свойства показателей транспортабельности.
9. Определить свойства показателей безопасности.
10. Определить свойства показателей экономного расхода ресурсов. Охарактеризовать коэффициент полезного действия, удельный расход электроэнергии.
11. Определить свойства экологических показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азгальдов Г. Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии), М., 1982.

2. Азгальдов Г. Г., Райхман Э. П. О квалиметрии. М., 1973.

3. Алексеев Г. А., Попов Ю. С. Управление качеством продукции на базе стандартизации: Учеб. пособие. Л., 1980

4. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні: навч. посібник Л.: Світ, 2003. - 328 с. – укр.

5. Гончаров Э. Н., Козлов В. В., Круглова Е. Д. Контроль качества продукции. М., 1987.

6. Контроль качества продукции машиностроения /Под ред. А.Э.Артеса. М., 1974.

7. Кубарев А. И Надежность в машиностроении /Изд. 2-е, перераб. и доп., 1989.

8. Международные стандарты. Управление качеством продукции. ДСТУ ИСО 9000—ИСО 9004.

9. Шишкин И. Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Учеб. пособие. М., 1987.