

$\Theta_{эф} = \Theta_{\max} / 2$, можно определить допустимую амплитуду напряжений гарантированной безопасной работы детали с трещинами. Для этого целесообразно вычислить по формуле (6) напряжения при $\Theta_{эф} = 60^0 / 2 = 30^0$, которые соответственно равны 108 МПа.

В случае отсутствия концентратора напряжений, т.е. для гладкой рабочей зоны лабораторного образца, когда $\alpha_{\sigma} = 1,0$; $K_{\sigma} = 1,0$, предел выносливости по образованию первой макротрещины для стали 45 равен

$$\sigma_{-1}^{TP} = \frac{2 \cdot 5,75}{23} \cdot 192,3 \cdot \frac{1,0}{1,0 \cdot 1,0} \cdot \frac{0,9}{0,97} \cong 90 \text{ (МПа)}.$$

Таким образом, используя предложенную методику постановки эксперимента, а также формулу (6) можно прогнозировать величину предела выносливости по образованию первой макротрещины для любых пластичных материалов в условиях как концентрации напряжений, так и для гладкой рабочей зоны образца.

Список литературы

1. Кудрявцев П.И., Морозова Т.И. О критическом размере нераспространяющихся усталостных трещин в стальных поверхностно наклепанных деталях/ Вопросы прочности крупных деталей машин.- М.: Машиностроение.-1976г.-С.247...256.
2. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов.- Киев: Вища школа.-1982г.
3. Нейбер Г.Концентрация напряжений.М.-Л., Гостехиздат.-1947г.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Леонов О.А., Приходько И.Л.

Московский государственный агроинженерный университет, г. Москва

В настоящее время технологическое оборудование для выполнения конкретных операций подбирается и оценивается по следующим основным критериям:

1. Стоимость;
2. Производительность;
3. Эксплуатационные затраты;
4. Точность.

Первые три критерия являются экономическими, а точность - техническим, поэтому их взаимная увязка составляет существенную про-

блему, которая не была решена до настоящего времени. Наша задача – показать, что точность – это экономический критерий, причем не менее важный по своей экономической сущности, чем три вышеназванных.

Известно, что нарушение норм точности при окончательной обработке новых или ремонтируемых деталей, ведет к появлению исправимого и неисправимого брака.

Для того чтобы проанализировать показатели качества и экономические показатели оборудования необходимо суммировать затраты, связанные с созданием продукции на данном оборудовании и потери, возникающие при создании этой продукции из-за отклонений технологического процесса от установленных норм качества продукции.

При оценке какого либо оборудования и выполняемого им процесса удобнее всего пользоваться показателями технологичности, такими как материалоемкость оборудования, энергоемкость, трудоемкость, материалоемкость технологического процесса (расход материалов при выполнении данной технологической операции). Назовем их общим термином – ресурсоемкость.

Любые ресурсы в процессе создания из них или с помощью них продукции переносят свою стоимость на продукцию. Поэтому у каждого ресурса есть своя расценка.

Таким образом, затраты, с точки зрения оценки качества, можно представлять в виде произведения показателя ресурсоемкости на свою расценку и все это в расчете на единицу полезного эффекта - продукции.

Потери также удобно представлять в форме произведения потереемкости и расценки данного вида потерь на единицу продукции.

В общем виде зависимость для оценки качества технологического оборудования будет выглядеть так

$$Y_{\kappa} = \prod_{i=1}^x k_i \cdot \sum_{i=1}^n Z_i + \prod_{i=1}^u k_i \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i, \quad (1)$$

где Y_{κ} – суммарные затраты на качество в расчете на единицу продукции; $Z_i - i$ – i -тый вид затрат на производство единицы продукции на данном оборудовании; $\Pi_i - i$ – i -тый вид потерь при производстве единицы продукции на данном оборудовании; k_i – коэффициент учета дополнительных затрат, начислений, потерь и др. экономических факторов, не оказывающих прямое влияние на затраты и потери, но увеличивающие данные затраты или потери при рассмотрении участка, цеха, предприятия в целом; x, u – число коэффициентов для корректирования затрат и потерь; n, m – число видов затрат и потерь.

Каждый вид затрат на производство единицы продукции можно, исходя из вышеизложенного, представить в следующем обобщенном виде

$$Z_i = u_i \cdot p_i \cdot \prod_{j=1}^z k_{ij}, \quad (2)$$

где u_i - расценка используемого i -того ресурса; p_i - ресурсоемкость i -того ресурса; k_{ij} - корректирующий j -тый коэффициент использования i -того ресурса или учета дополнительных затрат; z - число коэффициентов.

Каждый вид потерь при производстве единицы продукции можно представить в следующем виде

$$П_i = c_i \cdot n_i \cdot \prod_{j=1}^y k_{ij}, \quad (3)$$

где c_i - стоимость i -того вида потерь от одного дефектного изделия; n_i - потереемкость i -того вида потерь; k_{ij} - корректирующий j -тый коэффициент i -того вида потерь или учета дополнительных потерь; y - число коэффициентов.

Зависимость (1) после подстановки в нее (2) и (3) приобретет вид

$$Y_k = \prod_{i=1}^x k_i \cdot \sum_{i=1}^n u_i \cdot p_i \cdot \prod_{j=1}^z k_{ij} + \prod_{i=1}^u k_i \cdot \sum_{i=1}^m c_i \cdot n_i \cdot \prod_{j=1}^y k_{ij}. \quad (4)$$

Рассмотрим пример расчета уровня качества нового и базового токарных станков, табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета уровня качества станка для конкретных производственных условий

Показатель	Образец станка	
	Новый	Базовый
Производительность P , шт./ч	13	10
Масса станка M , кг	3400	3180
Цена C , руб.	53200	-
Обслуживающий персонал L , чел.	1	1
Номинальная мощность двигателей W , кВт	7,6	7,4
Срок службы станка $T_{сл}$, лет	15	15
Вероятность появления неисправимого брака, $p_{нб}$	0,03	0,01
Вероятность появления исправимого брака, $p_{иб}$	0,05	0,02
Стоимость детали до данного процесса, c_d , руб.	40	40

При расчете по формуле (4) удельных затрат основных видов ресурсов удельные показатели ресурсоемкости определяются путем деления расхода каждого вида ресурса за установленный промежуток времени на полезный эффект, произведенный за этот же промежуток времени.

Сведем расчеты в табл. 2.

Таблица 2

Значения частных показателей качества сравниваемых станков

Показатель	Образец станка	
	Новый	Базовый
Удельная материалоемкость p_m , кг/шт.	0,043	0,053
Удельная трудоемкость обслуживания p_b , чел.-ч/шт.	0,077	0,100
Удельная энергоемкость работы p_e , кВт/шт.	0,124	0,157
Удельная материалоемкость применяемых вспомогательных материалов $p_{мр2}$, ед./шт.	0,020	0,020
Производительность труда $\Pi_T=1/t$, шт./чел.-ч.	13	10
Себестоимость обработки $З$, руб./шт.	3,076	3,846
Интегральный показатель качества $I_k=3^{-1}$, шт./руб.	0,325	0,260

Теперь проанализируем потери.

При расчете по формуле (4) удельных потерь удельные показатели потереемкости определяются путем деления бракованных изделий каждого вида $B_{ибр}$ на общее количество изделий B , произведенных за один промежуток времени или вероятности появления брака p_b :

$$n = B_{ибр}/B = p_b. \quad (5)$$

Для нашего примера имеем два вида потерь – потери от исправимого «иб» и неисправимого «нб» брака.

В качестве затрат на исправление брака примем себестоимость обработки при выполнении технологического процесса на данном оборудовании.

Значения рассчитанных показателей потерь сведем в табл. 3.

Таблица 3

Значения частных показателей потерь сравниваемых технологических процессов

Показатель		Образец станка	
		Новый	Базовый
Удельная потереемкость брака, брак.дет./дет.	исправимого $n_{иб}$	0,05	0,02
	неисправимого $n_{нб}$	0,03	0,01
Стоимость детали после обработки, c_d , руб./шт.		43,076	43,876
Затраты на исправление брака, $c_b = 3$, руб./шт.		3,076	3,876
Потери при производстве единицы брака, руб./шт	исправимого $\Pi_{иб}$	0,154	0,077
	неисправимого $\Pi_{нб}$	1,292	0,439
Суммарные потери Π , руб./шт.		1,446	0,516
Интегральный показатель качества I_k , шт./руб.		0,692	1,938

Тогда по формуле (4) с учетом потерь получим

$$Y_{\text{нп}} = 3,076 + 1,446 = 4,522 \text{ руб./шт.}$$

$$Y_{\text{ю}} = 3,846 + 0,516 = 4,362 \text{ руб./шт.}$$

Как видно из полученных значений, без учета потерь новая модель станка лучше базовой, но с учетом – хуже. Данный вывод подтверждает, что сравнение образцов либо по экономическим, либо по техническим параметрам недостаточно корректен. Для полного экономического анализа нужно знать и точность технологического процесса, обеспечиваемую данным образцом оборудования.

К ВОПРОСУ О СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОЙ ЧАСТИЦЫ В ГАЗОВОМ ПОТОКЕ

Жукова Л.Ю., Первышин А.Н., Ткаченко А.Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Рабочий процесс камер сгорания, сопловых устройств, струйных аппаратов в значительной степени связан с движением дисперсной среды в газовом потоке. А в таких струйных технологиях как нанесение покрытий, обычно недорасширенной сверхзвуковой струей продуктов сгорания, струйно-абразивная обработка материалов, скорость частиц в момент контакта с обрабатываемой поверхностью определяет эффективность процесса. При проектировании таких устройств скорость частиц (иногда импульс или кинетическая энергия) часто являются целевыми функциями. Поэтому расчетная оценка этих величин на всех этапах разработки струйных технологий способствует поиску оптимальных решений.

Рассмотрим однородную сферическую частицу известным диаметром d_i , плотностью вещества ρ_i , движущуюся со скоростью ω_i в потоке продуктов сгорания, скорость которого ω_α . Известны все термодинамические параметры потока: вязкость μ_α , давление p_α , температура T_α , плотность ρ_α . Частица изменяет свою скорость за счет действия силы P со стороны газового потока, тогда уравнение движения частицы можно записать, используя второй закон Ньютона

$$\bar{P} = m_i \cdot \frac{d\bar{\omega}_i}{d\tau}. \quad (1)$$

Считая движение частиц одномерным, и пренебрегая действием на нее всех сил, кроме аэродинамической, получим известную [1] форму уравнения движения