



Рис. 1

ти данного комплексного показателя могут представлять сложные функции, например:

$$K = a \ln(\Pi_n - \Pi) + i \left( \frac{\Pi}{b_0 + b_1 P_1 + b_2 P_2 + \dots + b_n P_n} \right),$$

где  $P_n$  – значения технико-эксплуатационных параметров совершенного товара;  $a$ ,  $b_n$  – параметры уравнения.

Для расчета модели необходимо использовать методы корреляционно-регрессионного анализа на основе информации о товарах, представленных на конкретном рынке.

*Рецензент докт. экон. наук,  
проф. ПОХАБОВ В. И.*

УДК 551.13.15.21.19

## МЕХАНИЗМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ СТОИМОСТИ ОТ ДОПУСКА ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Асп. СПЕСИВЦЕВА Ю. Б.*

*Белорусский национальный технический университет*

Проблема оценки зависимости «стоимость–допуск» для звеньев размерных цепей возникла в связи с разработкой системы автоматизированного проектирования экономически обоснованных норм точности геометрических параметров изделий машиностроения, оптимизированных по стоимостному критерию. Звено размерной цепи – деталь или часть детали, себестоимость которой зависит от назначенных точности, формы, размеров, физико-механических свойств материала, варианта технологического процесса. Заданная точность исходного звена может быть обеспечена при различных комбинациях допусков составляющих звеньев. Отсюда возникает задача оптимального выбора допусков. «Более затратные» звенья должны иметь точность ниже «менее затратных». В итоге при обеспечении установленных норм к точности исходных звеньев размерных цепей изделия его технологическая себестоимость будет минимальной.

Специфика решаемой задачи требует использования обобщенного подхода, предполагающего

классификацию звеньев размерных цепей, в основу которой должны быть положены конструктивно-технологические признаки деталей и оценка себестоимости типовых звеньев. Традиционно при калькуляции технологической себестоимости используют поэлементный подход, предполагающий суммирование затрат по основной и дополнительной заработной плате рабочих, содержанию зданий и сооружений, амортизации станочного оборудования, технологической оснастки и режущего инструмента. Такие расчеты достаточно громоздки и требуют большого количества исходных данных о технологических процессах.

В этой ситуации предлагается использовать подход, базирующийся на использовании предварительно определенных укрупненных нормативов всех цеховых затрат, приходящихся на один час работы оборудования соответствующего типоразмера, занятого при выполнении операции. Все составляющие затрачиваемого на нее

Таблица 1

Макет нормативной таблицы «Неполное штучное время. Переход–грубое продольное точение»

Длина обрабатываемой поверхности, мм	25	200
Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Время на проход, мин	
25	0,49	1,1
100	0,63	1,9

времени могут быть определены по общемашиностроительным нормативам. Трудность представляет определение неполного штучного времени, так как обычно эти нормативные материалы оформляются в виде таблиц, каждая из которых содержит данные только на один технологический переход, поэтому такие сборники достаточно объемны, поиск конкретных данных приводит к большим затратам времени.

В практике укрупненного нормирования существует способ, не получивший широкого распространения, но удобный для решения нашей задачи, – разработка нормативов математическим путем на основе небольшого количества экспериментальных данных. Чаще всего используют математические двухфакторные зависимости степенного вида

$$t_{\text{шт}} = b_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2}, \quad (1)$$

где  $b_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  – коэффициенты;  $x_1$ ,  $x_2$  – значения факторов.

Для определения неизвестных параметров (1) необходимы следующие данные: наименования факторов, диапазоны их варьирования, вид зависимости, макет числового поля будущей таблицы и непосредственно экспериментальные данные. К последним принято относить и данные о затратах времени на обработку, полученные косвенным путем, а именно путем расчета по дифференциальным общемашиностроительным нормативам.

Методику расчета проследим на конкретном примере. Примем для этого переход токарной обработки, трудоемкость которого зависит от диаметра и длины обрабатываемой поверхности, при постоянных значениях других факторов: обрабатываемый материал – сталь конструкционная углеродистая,  $\sigma_b = 0,59 \dots 0,74$  ГПа, наружное точение, Rz80, IT 14...IT 12 квалитет, резцы с пластинками Т5К10,  $N_D = 4,5 \dots 6$  кВт, глубина резания  $t = 2$  мм.

Макет числового поля представлен в табл. 1 и содержит экспериментальные данные о затратах времени при наименьших и наибольших парных значениях факторов (диапазон их варьирования: диаметр  $D = 25 \dots 100$  мм; длина обработки  $L = 25 \dots 200$  мм).

Для процессов обработки на металлорежущих станках характерна сложная структура технологического перехода. В ней совмещены две по-разному изменяющиеся части: основное (машинное) время, прямо пропорциональное длине обработки в направлении подачи, и вспомогательное время со слабовыраженной зависимостью от варьируемых факторов, удельный вес которого весьма неустойчив и зависит от величины основного времени. Так, из приведенного макета экспериментальных данных следует, что отношение крайних сторон матрицы времени равно

$$1,9/1,1 : 0,63/0,49 = 1,73 : 1,29 = 1,34,$$

что значительно превышает допустимое значение, равное 1...1,1, и является следствием влияния взаимодействующих факторов. Учитывая это и рассчитав необходимые коэффициенты (1), получим следующую формулу:

$$t_{\text{шт}} = 0,07724 D_i^{0,184} L_j^{0,390} \left( \frac{L_j}{25} \right)^{0,23(\lg D_i - \lg D_1)}. \quad (2)$$

Расчеты по (2) показали полное совпадение результатов с экспериментальными данными (табл. 1). При  $D_i = 100$  мм и  $L_i = 200$  мм

$$t_{\text{шт}} = 0,07724 \cdot 100^{0,184} \cdot 200^{0,390} \left( \frac{200}{25} \right)^{0,139} = 1,8995 \approx 1,9 \text{ мин.}$$

На основе разработанных эмпирических формул для переходов типовых технологических процессов можно рассчитать неполное штучное время обработки поверхностей различной точности, что является основой для последующей оценки себестоимости звеньев размерных цепей.

Производственные затраты учитываем в виде шкалы коэффициентов, отражающих отношение затрат конкретной единицы оборудования, приведенных к одному часу работы, к базовой. Для их получения необходимо составить классификатор действующего на заводе оборудования с группировкой его по однородности технических характеристик. Из какого-либо вида распространенного оборудования выбрать наиболее характерный, «средний» станок-представитель и его принять за базу. Его коэффициент будет равен 1. Применение относительных величин позволяет абстрагироваться от изменяющихся цен, что очень важно с точки зрения повышения достоверности полученных результатов. Для построения шкалы коэффициентов относительной стоимости, не привязываясь к конкретному производству, можно воспользоваться [1].

Таким образом, для оценки себестоимости получения элементов звеньев размерных цепей предлагается использовать соотношение

$$Q = \sum_{i=1}^n k_i t_i, \quad (3)$$

где  $Q$  – комплексный (обобщенный) показатель технологической себестоимости элемента;  $k_i$  – коэффициент относительной стоимости  $i$ -й технологической операции, приведенный к единице времени;  $t_i$  – время, затрачиваемое на выполнение  $i$ -й технологической операции;  $n$  – общее количество операций технологического процесса получения рассматриваемого элемента детали.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Великанов К. М. Расчеты экономической эффективности новой техники. – Л.: Машиностроение, 1989.

*Рецензент докт. техн. наук,  
проф. СОЛОМАХО В. Л.*