

ПОКАЗАТЕЛЬ СУЩНОСТНОЙ СЛОЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, КАК КРИТЕРИЙ ВЫБОРА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк
Гомельский государственный технический университет, Гомель
Беларусь*

В условиях необходимости повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции выбор изделия для освоения его производства является важной и достаточно сложной задачей. Изделие, предлагаемое к выпуску, должно быть востребованным на рынке, но главной его особенностью, на наш взгляд, должна быть его сущностная близость к ранее выпускавшемуся данным предприятием изделию. Выполнение последнего требования обеспечивает быструю подготовку производства и выпуск изделий без существенных изменений в структуре, техническом потенциале и кадровом составе предприятия, что важно в современных условиях развития экономики Беларуси. Однако на сегодня отсутствует методика объективной оценки возможностей предприятий по освоению производства новых изделий.

В связи с этим и с целью оказания помощи специалистам предприятий Беларуси в выборе изделий разработана классификация изделий машиностроения, подразделяющая их по сложности, родственным характеристикам и служебному назначению (табл.1). Выделение в качестве основного признака классификации сущностной сложности изделий требует трактовки этой сложности и определения показателя сложности. Необходимо отметить, что в последнее время к понятию сложности обращаются многие исследователи, используя его, например, для нормирования работ при механической обработке [1], оценки эффективности производственной системы [2]. В этих работах сложность рассматривается как показатель трудоемкости и включает определение ряда характеристик, таких как число обрабатываемых поверхностей деталей, коэффициентов материала, размеры детали и заготовки, точность и время обработки и т.д. При таком подходе определение сложности является трудоемким процессом и требует применения методов математической статистики, что не всегда приемлемо для условий производства.

Поэтому предлагается определять показатель сущностной сложности по следующей формуле:

$$Q = G_{cc} \cdot K_x \cdot K_n \cdot K_m \cdot K_s \cdot K_t \cdot K_u, \quad (1)$$

где G_{cc} – группа структурной сложности изделия; K_x – коэффициент концептуальной сложности; K_n – коэффициент новизны решений; K_m – коэффициент изменения массы изделий; K_v – коэффициент изменения габаритной высоты изделия; K_z – коэффициент изменения эксплуатационных характеристик изделия; K_i – коэффициент изменения условий испытательной технологии.

Для определения показателя Q вводятся следующие понятия и величины: новое изделие – изделие, принимаемое к производству; базовое изделие – изделие ранее выпускавшееся предприятием серийно; простейшее изделие – изделие рассматриваемого вида, имеющее такое минимальное количество структурных составляющих, что дальнейшее его уменьшение может вызвать затруднение при отнесении этого изделия к данному виду; условная деталь – деталь, имеющая наиболее массовое использование в большинстве машиностроительных изделий; приведенная деталь – деталь, структурная сложность которой выражается числом содержащихся в ней условных деталей; эквивалент структуры детали Z_d (изделия Z_n или его составной части Z_i) – число условных деталей в структуре приведенной детали.

В качестве условной детали целесообразно использовать вал средней (среднестатистической) сложности, поскольку именно валы имеют наибольший процент применения в современных машинах, и токарные станки составляют большую часть производственного парка металлорежущих станков. В свою очередь среднестатистический вал выбирается из наиболее распространенной конфигурации в виде последовательной структуры вала (рис. 1, а), в которой при переходе от габаритного участка вала, имеющего наибольший диаметр, к концам вала радиальные габариты участков (диаметры их габаритных контуров) последовательно уменьшаются (до 65% валов имеют такую конфигурацию). Валы с непоследовательной структурой (рис. 1, б) встречаются реже (до 15% валов) и могут не приниматься во внимание. Другие варианты валов – от простых типа штифтов, пальцев, осей до сложных, например, ходовых валов, орудийных стволов, шпинделей станков учитываются как приведенные детали.

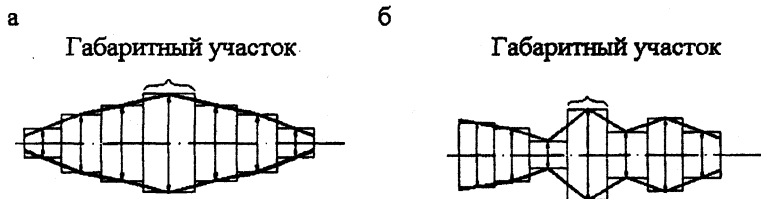


Рис. 1 Схемы последовательной (а) и непоследовательной (б) структуры вала

Классификация и коды машиностроительных изделий

№ гр.	Наименование групп, номера и наименования видов изделий	Коды	№ гр.	Наименование групп, номера и наименования видов изделий	Коды
1	Группа стратегических изделий:	СР		5.5. Швейно-обувные	ШО
	1.1. Военно-орудийные	ВО		5.6. Оптико-визуальные	ОВ
	1.2. Авиационные	АВ		5.7. Прядильно-вязально-ткацкие	ПТ
	1.3. Космические	КС		5.8. Банковские	БА
	1.4. Ракетно-технические	РТ			
2	Группа станкомашинных изделий:	СМ	6	Группа сырьевых изделий:	СЫ
	2.1. Станкоинструментальные	СИ		6.1. Нефтегазовые	НГ
	2.2. Кузнечно-прессовые	КП		6.2. Горнорудные	ГР
	2.3. Лесодеревообрабатывающие	ЛД		6.3. Трубопроводно-транспортные	ТТ
	2.4. Дробильно-помольные	ДП			
	2.5. Пневмогидравлические	ПГ	7	Группа аппаратно-технических изделий:	АП
	2.6. Нормализованных узлов, деталей и запчастей	НД			
3	Группа автомобильных изделий:	АМ		7.1. Литейно-металлургические	ЛМ
				7.2. Нагревательно-холодильные	НХ
	3.1. Автотранспортные	АТ		7.3. Ванно-печные	ВП
	3.2. Сельскохозяйственные	СХ		7.4. Коммунальные	КМ
	3.3. Строительно-дорожные	СД		7.5. Сантехнические и вентиляционные	СВ
	3.4. Мелиоративно-ирригационные	МИ		7.6. Пищевые	ПИ
4	Группа грузоподъемно-транспортных изделий:	ГТ		7.7. Лакокрасочные	ЛК
				7.8. Химико-фармацевтические	ХФ
				7.9. Стеклотехнологические	СТ
	4.1. Грузоподъемные	ГП	8	Группа электронно-электрических изделий:	ЭЭ
	4.2. Внутритранспортные	ВТ		8.1. Электронные	ЭЛ
	4.3. Железнодорожные	ЖД		8.2. Электротехнические	ЭТ
	4.4. Плавающие	ПЛ		8.3. Электроэнергетические	ЭН
5	Группа изделий точной механики и оптики:	ТМ		8.4. Связи и сигнализации	СС
				8.5. Вычислительно-микропроцессорные	ВМ
	5.1. Хронометрические	ХМ		8.6. Приборные	ПР
	5.2. Медицинские	МД		8.7. Электросварочные	ЭС
	5.3. Печатающие	ПЧ		8.8. Электробытовые	ЭБ
	5.4. Полиграфические	ПГ			

Понятие «приведенная деталь» удобно распространять на такие типы деталей, трудоемкость изготовления которых либо превышает трудоемкость изготовления условной детали, либо составляет величину того же порядка. Те же детали изделия, трудоемкость изготовления которых составляет от трудоемкости изготовления условной детали величину второго и более высоких порядков малости, в структуре изделия могут быть учтены без дифференциации общим их количеством как одна приведенная деталь со значением эквивалента ее структуры равным отношению суммарной массы всех деталей $M_{\Sigma д}$, входящих в общую приведенную деталь, к массе условной детали $M_{уд}$. К таким деталям относятся мелкие и простые детали (пальцы, штоки, иглы и т.п.), крепежные и соединительные детали (болты, гайки, шайбы, шпонки, шпильки, штифты, шплинты, трубки, провода и т.п.), а также несложные штампованные, гнутые и витые детали (крышки, уголки, кронштейны, щитки, кожухи, пружины и т.п.).

Введение понятия эквивалента структуры детали дает возможность представлять структурную сложность всего изделия или любой его составной части (сборочной единицы) соответствующими безразмерными числами, выражающими количество условных деталей, содержащихся в структуре соответственно всего изделия или рассматриваемой его составной части (сборочной единицы). Тогда основной параметр G_{cc} в формуле (1) может быть представлен как отношение эквивалента структуры любого машиностроительного изделия к эквиваленту структуры простейшего изделия того же вида, т.е.

$$G_{cc} = \frac{Z_u}{Z_u^n} \quad (2)$$

Следовательно, группы структурной сложности базового изделия и изделия, принимаемого к производству, можно выразить соотношениями:

$$G_{cc}^{бу} = \frac{Z_u^b}{Z_u^n} \quad \text{и} \quad G_{cc}^{nm} = \frac{Z_u^{nm}}{Z_u^n} \quad (3)$$

При этом группа структурной сложности простейшего вида изделия равна 1, т.е. $G_{cc}=1$.

Для всех других изделий (узлов, деталей) того же вида группа структурной сложности будет представлять собой число, показывающее, во сколько раз структура данного изделия (узлов, деталей) сложнее структуры простейшего изделия, например, «сложный вал – 2,9», «станина – 12», «коробка скоростей – 65», «сверлильный станок – 137» и т.д.

Методику определения обобщенных оценочных коэффициентов существенной сложности изделия $K_x, K_n, K_m, K_b, K_s, K_i$ в формуле (1) рассмотрим на примере станкоинструментальных изделий, для чего воспользуемся материалами работы [3].

Пересчет трудоемкостей работ при выполнении технических и рабочих проектов для всех сочетаний групп сложности и новизны (рис.2, а) позволил получить коэффициент увеличения трудоемкости проектирования и изготовления изделий по сравнению с начальной трудоемкостью этих работ (рис.2, б).

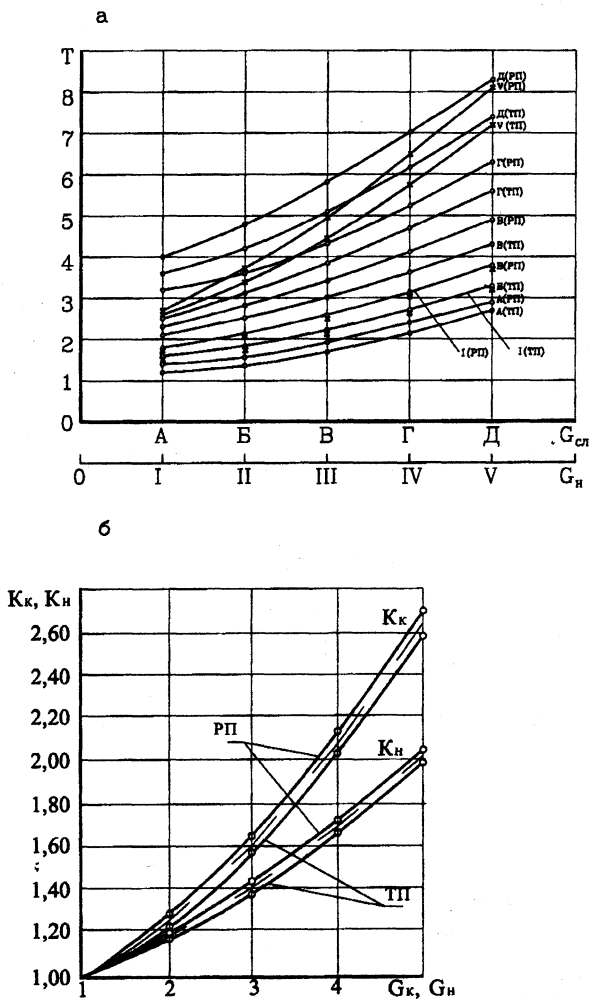


Рис. 2. Зависимость трудоемкости T (а) и коэффициентов K_k и K_n (б) от сложности и новизны изделий.

При этом учитывалось то обстоятельство, что трудоемкость изготовления изделия не равна трудоемкости его проектирования, но коэффициенты увеличения трудоемкостей проектирования и изготовления изделия с увеличением его существенной сложности (группы сложности и группы новизны) по сравнению с более простым изделием имеют весьма близкие численные значения.

Формулы для расчетов коэффициентов концептуальной сложности K_K и новизны K_H имеют следующий вид:

$$K_K = \left\{ 1 - 0,23 \cdot \sin \left[\frac{\pi}{4} \cdot (G_K - 1) \right] \right\} \cdot 0,425 \cdot (G_K - 1) + 1; \quad (4)$$

$$K_H = \left\{ 1 - 0,15 \cdot \sin \left[\frac{\pi}{4} \cdot (G_H - 1) \right] \right\} \cdot 0,263 \cdot (G_H - 1) + 1. \quad (5)$$

Остальные коэффициенты, входящие в формулу (1), могут быть определены по следующим выражениям:

$$K_M = 1 + 0,0000225 S \cdot M, \quad (6)$$

где S – размер годовой серии выпуска (годовая программа выпуска), шт/год; M – масса изделия, т.

$$K_{\epsilon} = C \cdot \frac{H}{H_{\epsilon}}, \quad (7)$$

где C – корректировочный коэффициент для учета частной специфики предприятия и сборочного цеха (рекомендуется для начала принимать $C=1$); H – высота изделия, предполагаемого для освоения предприятием, м; H_{ϵ} – высота вертикального просвета (размера) пролета выездных ворот и т.п., цеха, м.

$$K_{\epsilon} = K_{\epsilon 1} \cdot K_{\epsilon 2} \cdot \dots \cdot K_{\epsilon i} \cdot \dots \cdot K_{\epsilon n} \quad \text{или} \quad K_{\epsilon} = \prod_{i=1}^n K_{\epsilon i}, \quad (8)$$

где $K_{\epsilon 1}$, $K_{\epsilon 2}$ и т.д. – частные эксплуатационные характеристики изделия, например, тропическое исполнение ($K_{\epsilon 1}$), экспортное исполнение ($K_{\epsilon 2}$), исполнение, стойкое по отношению к агрессивной среде ($K_{\epsilon 3}$) и т.д.;

Π , i и n – символы соответственно произведения, любой и последней из всех учитываемых эксплуатационных характеристик изделия.

Для каждой частной эксплуатационной характеристики изделий станкостроения в работе [3] приводятся рекомендуемые их численные значения в пределах 1,1...1,25.

Численные значения коэффициента изменения испытательной технологии K_{μ} устанавливаются в зависимости от необходимости проведения как поэтап-

ных испытаний в процессе изготовления изделия, так и завершающих испытаний собранного изделия, а также от тонкостей самой испытательной технологии, сложности испытательных стендов, наличия испытательного полигона и его оснащения и т.д.

Таким образом, степень сложности нового изделия, предполагаемого к производству на данном предприятии, по сравнению со сложностью базового изделия, прежде выпускавшегося предприятием серийно, может быть легко определена в целом (по формуле (1)) или оценена отдельно по каждой составляющей этой сложности. В последнем случае при сопоставлении между собой значений каждого из обобщенных оценочных коэффициентов нового и базового изделий предприятие получает возможность определить, в каком направлении и в каком относительном объеме ему придется концентрировать свои усилия (в том числе и финансовые) для организации производства этого нового изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарин Ю.С., Старцева Т.В. Новый метод нормирования мехобработки // Машиностроитель. – 1999. – №1. – С. 35–36.
2. Якимович Б.А., Коршунов А.И. Экспертные методы оценки структурно-параметрической сложности деталей // Информатика – Машиностроение – М.: Машиностроение. 1997. – № 3. – С.28-32.
3. Нормирование конструкторских работ, выполняемых в организациях и на предприятиях Минстанкопрома СССР. Нормы времени. Утв. Минстанкопромом СССР 18.08.89. – М.: ВНИИТЭМР, 1989.- 288 с.

УДК 621.658.512. (075.8)

В. И. Серебряков

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

*Политехнический институт
г.Зелена Гура, Польша*

Требуемые характеристики точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей достигаются в процессе механической обработки, как известно, двумя методами: автоматическим – на настроенных станках и индивидуальным – с настройкой технологической системы для обработки каждой заготовки.

Настройка технологической системы при механической обработке предлагает осуществление одного из важнейших этапов – установку заготовки в приспособле-