

УДК 621.91.04

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**Е.В. БРИТИК, А.В. СИДИКЕВИЧ***(Представлено: д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК)*

Рассматривается алгоритм оценки степени сложности изделий машиностроения. В частности, представлен алгоритм оценки степени технологической сложности на примере шпинделей станков.

В качестве признаков, характеризующих станок и инструмент, примем конструктивные (К), технологические (Т) и функциональные (Ф), которые будем оценивать по критерию степени сложности[1]:

Конструктивной – его конструкцией; технологической – его изготовлением; функциональной – набором функций, которые узел и машина имеет в процессе эксплуатации.

В отличие от известных подходов[2; 3] предлагается методика оценки сложности, предусматривающая обязательное ограничение объектов и процессов производства по частоте встречи или применяемости и моделирование ситуации с наиболее часто встречающимися или имеющими наибольшее применение в производстве. Это существенно сокращает время на проведение экспертизы.

Анализ по выпуску изделий на предприятиях позволяет выделить следующие возможные ситуации;

1) предприятие выпускает базовое изделие, близкое по номенклатуре новому;

2) предприятие не выпускает изделие, близкое по номенклатуре новому;

3) предприятие планирует выпускать новое изделие и созданием соответствующего технологического базиса.

Реализация алгоритма оценки степени сложности изделия, в каждой из этих ситуаций, связана с введением ряда понятий и определений.

Новое изделие – изделие, впервые принимаемое предприятием к производству.

Базовое изделие – изделие, ранее выпускавшееся предприятием серийно или массово.

Простейшее изделие – изделие с минимальным количеством структурных составляющих, определяющих его вид.

Сложнейшее изделие – изделие с максимальным количеством структурных составляющих, определяющих его вид.

Условная деталь – деталь, имеющая массовое использование в машиностроительных изделиях. В качестве условной детали целесообразно использовать вал среднестатистической степени сложности, поскольку именно валы имеют наибольший процент применения в современных машинах и токарных станках, составляющих большую часть производственного парка металлорежущих станков. Как правило, вал среднестатистической степени сложности выбирается из наиболее распространенной конфигурации в виде последовательной конструктивной структуры вала. К среднестатистическому валу не относятся: штифты, пальцы, плунжеры, оси, ходовые винты, стволы орудий, шпиндели, кулачковые валы, распределительные валы, коленчатые валы, валы дифференциальных и планетарных механизмов.

Применительно к инструменту в качестве условной деталью можно принять цельную резцовую вставку из инструментального материала с цилиндрической посадочной поверхностью.

Приведенная деталь – деталь, структурная сложность которой выражается числом содержащихся в ней условных деталей.

Структурная сложность – отношение числа деталей изделия к числу деталей простейшего изделия.

Эквивалент структуры детали – число условных деталей в структуре приведенной детали.

Эквивалент структуры узла (сборочной единицы) равен сумме эквивалентов структуры всех приведенных деталей в узле:

Показатель степени сложности изделия – безразмерная величина, косвенно отражающая конструктивную, технологическую и функциональную специфику изделия.

Коэффициент выбора изделия – безразмерная величина равная отношению показателей степени сложности нового и базового изделий.

Предлагаемый алгоритм определения показателя технологической степени сложности изделия рассматривает ситуацию, когда предприятие выпускает базовое изделие, близкое по номенклатуре (наименованию) новому.

1.1 Выбирается сложнейшая типовая деталь в базовом изделии, желательно близкая по конфигурации к новому, или деталь, которая имеет максимальную трудоемкость дополнительной обработки от получения заготовки до готовой детали. Простейшую деталь выбирать не рекомендуется, в связи с возникновением большого количества различий и нарастания ошибки при оценке степени сложности.

Ограничения: для круглых деталей рассматриваем только длины поверхностей, без учета диаметров; для плоских деталей - только длину поверхности. Ширина вводится через поправочный коэффициент применения инструментов, обрабатывающих деталь за несколько проходов.

1.2 Рассчитывается на новой детали количество поверхностей, подвергаемых обработке к общему количеству поверхностей:

$$(K_{\text{обр. новой}} = n_{\text{обр. новой}} / N_{\text{общ. новой}}). \quad (1)$$

1.3 Рассчитывается на сложнейшей базовой детали количество поверхностей, подвергаемых обработке, к общему количеству поверхностей:

$$(K_{\text{обр. сложнейшей}} = n_{\text{обр. сложнейшей}} / N_{\text{общ. сложнейшей}}). \quad (2)$$

1.4 Сравнивается количество поверхностей новой и сложнейшей типовой детали в базовом изделии:

$$K_N = K_{\text{обр. новой}} / K_{\text{обр. сложнейшей}}. \quad (3)$$

Коэффициент должен быть меньше 1. Если получается больше 1, необходимо выбрать другую сложнейшую деталь.

1.5 Рассчитывается предварительный коэффициент изменения сложности относительно сложнейшей детали.

$$K_{\text{изменения сложности}} = K_N \cdot (K_{\text{обр. новой}} / K_{\text{обр. сложнейшей}}). \quad (4)$$

1.6 Рассматривается количество типовых технологических переходов обработки поверхностей сложнейшей детали исходя из точности, шероховатости и взаимного расположения поверхностей (рис. 1).

При этом принимается для каждой поверхности это количество за единицу.

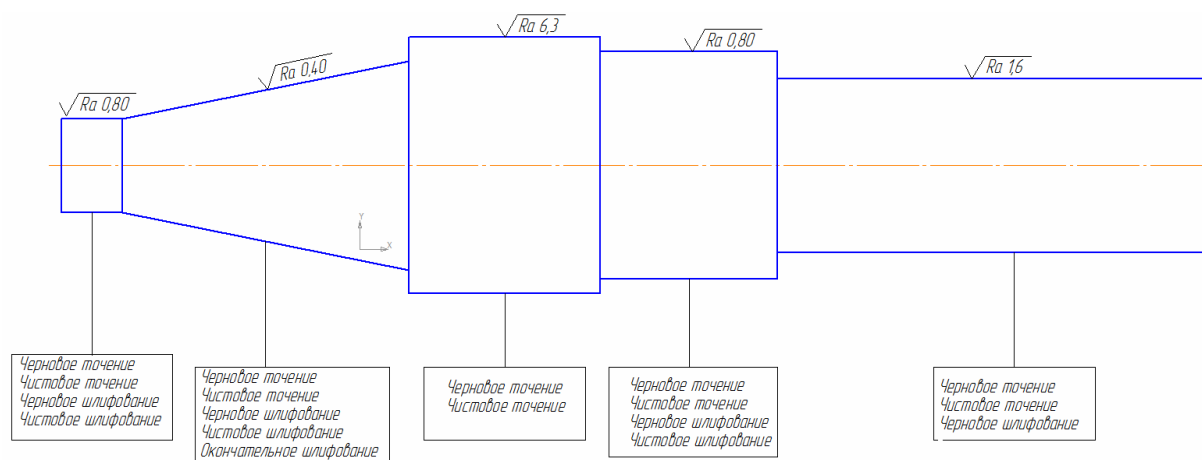


Рисунок 1. – Количество переходов на каждой поверхности детали

1.7 Рассматривается количество предполагаемых типовых технологических переходов обработки поверхностей новой детали исходя из точности, шероховатости и взаимного расположения поверхностей.

1.8 На каждую поверхность, в новой детали находятся коэффициенты отличия обработки от сложнейшей детали путем деления количества переходов для поверхности новой детали к количеству переходов этой поверхности на сложнейшей детали. Затем рассчитывается произведение этих коэффициентов.

$$K_{\text{переход общее}} = \prod_1^n K. \quad (5)$$

1.9 Определяется приведенная технологическая сложность новой детали:

$$Q_{\text{приведенная}} = K_{\text{изменения сложности}} \cdot K_{\text{переход общее}}. \quad (6)$$

Требуется изучения вопрос определения поправочных коэффициентов, которые учитывают влияние неоднозначных факторов, например, длина обрабатываемой поверхности или применение нестандартных методов обработки поверхностей.

Рассмотрим определение степени сложности заточного станка. В этом станке сложной деталью является, шпиндель. Был проведен расчет, технологической сложности детали, близкой по наименованию к базовой. Для расчета были использованы 6 шпинделей различных шлифовально-заточных станков.

Были апробированы несколько вариантов определения показателя степени сложности. По одному из вариантов, сравнение количества переходов проводилось относительно левого торца деталей (табл. 1–2). По другому варианту происходило сравнение поверхностей с максимальным числом переходов (табл. 3–4).

Таблица 1 – Количество переходов при обработке шпинделей по первому варианту

Детали	Количество переходов обработки на каждой поверхности									
	4	3	2	3	4	3				
Шпиндель 5	4	3	2	3	4	3				
Шпиндель 4	4	5	4	4	3	4				
Шпиндель 3	4	4	1	4	5					
Шпиндель 2	4	4	4	5	4					
Шпиндель 1	5	2	4	5	2					
Базовый шпиндель	5	4	6	5	2	5	6	4	5	1

Таблица 2 – Степень сложности поверхностей и детали по первому варианту

	Степени сложности отдельных поверхностей									Степень сложности шпинделя
	1	0,5	0,67	1	1	0	0	0	0	
Сложность 5	1	0,5	0,67	1	1	0	0	0	0	0,33333
Сложность 4	0,8	1	0,67	1	2	0	0	0	0	1,06667
Сложность 3	0,8	1	0,17	0,8	2,5	0	0	0	0	0,26667
Сложность 2	0,8	1,25	0,67	0,8	1,5	0,8	0	0	0	0,64
Сложность 1	0,8	0,75	0,33	0,6	2	0,6	0	0	0	0,144

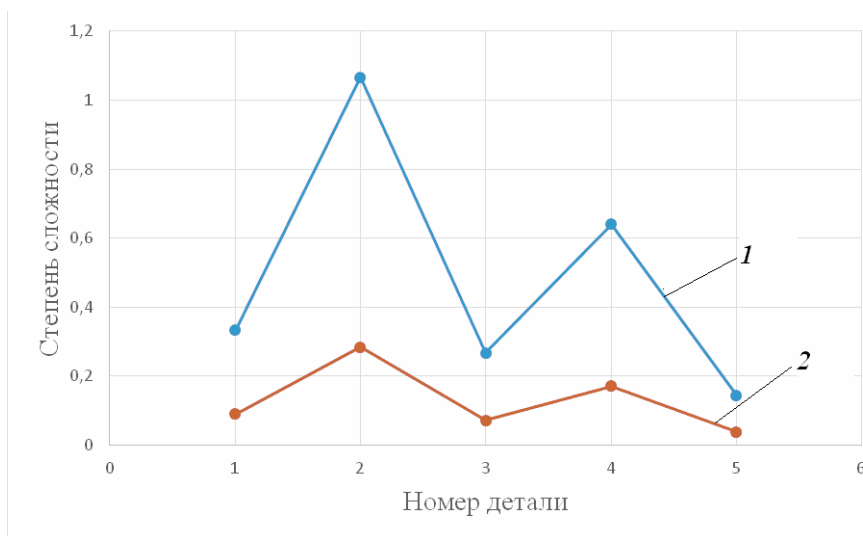
Таблица 3 – Количество переходов при обработке шпинделей по второму варианту

Детали	Количество переходов обработки на каждой поверхности									
					2	3	3	3	4	4
Шпиндель 5					2	3	3	3	4	4
Шпиндель 4					3	4	4	4	4	5
Шпиндель 3						1	4	4	4	5
Шпиндель 2						4	4	4	4	5
Шпиндель 1						2	2	4	5	5
Базовый шпиндель	2	4	4	5	5	5	5	5	6	6

Таблица 4 – Степень сложности поверхностей и детали по второму варианту

	Степени сложности отдельных поверхностей									Степень сложности шпинделя
	0	0	0	0	0,4	0,4	0,8	0,83	0,833	
Сложность 5	0	0	0	0	0,4	0,4	0,8	0,83	0,833	0,088889
Сложность 4					0,8	0,8	0,8	0,67	0,833	0,284444
Сложность 3					0,2	0,8	0,8	0,67	0,833	0,071111
Сложность 2					0,6	0,8	0,8	0,67	0,833	0,170667
Сложность 1					0,4	0,6	0,6	0,67	0,667	0,0384

На рисунке 2 представлено в виде графиков сравнение степеней сложности, определенных по разным вариантам. Предложенные варианты дают сопоставимые значения показателей степени сложности, можно наблюдать совпадение точек минимумов и максимумов значений степени сложности.



1 – вариант 1; 2 – вариант 2

Рисунок 2. – Сравнение степеней сложности деталей, рассчитанное по разным вариантам

Заключение. Предложенный алгоритм определения технологической степени сложности изделий машиностроения, показывает адекватные результаты проведенных исследований. Приведенная методика обладает новизной, а также имеются все предпосылки для её дальнейшего развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попок, Н.Н. Обеспечение мобильности машиностроительного производства на основе технологических модулей / Н.Н Попок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2009. – № 8. – С. 123–129.
2. Раскин, П.Н. Оценка конструктивно-технологической сложности при прогнозировании трудоемкости и затрат на ранних стадиях его жизненного цикла / П.Н. Раскин, А.И. Коршунов. – Воткинск : Воткинский филиал им. ГТУ, 2008.
3. Якимович, Б.А. Экспертные методы оценки структурно-параметрической сложности деталей / Б.А. Якимович, А.И. Коршунов // Информатика. Машиностроение. – М. : Машиностроение, 1997. – № 3. – С. 28–32.