

УДК 621.9(65.011.56)

НЕТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА СТАНКОЁМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКОЙ

©2012 В.А. Лысов¹, А.И. Сердюк², О.В. Шевченко³, А.В. Щеголев⁴

¹ Орский гуманитарно-технологический институт
(филиал) Оренбургского государственного университета

² Оренбургский государственный университет

³ ОАО «Орскнефтеоргсинтез», г. Орск

⁴ ЗАО «Механический завод», г. Орск

Поступила в редакцию 05.10.2012

В работе рассмотрен нетрадиционный метод расчёта станкоёмкости изготовления технологического инструмента на основе функциональной зависимости величины станкоёмкости от совокупности устойчивых независимых параметров, конструктивно определяющих конкретный вид инструмента. Сформулирована постановка задачи. Обоснована производственная необходимость решения. Изложена методика определения совокупности устойчивых параметров. Приведён необходимый прикладной математический аппарат. Описан алгоритм расчёта станкоёмкости. Дана краткая характеристика программного обеспечения. Показана графоаналитическая модель функциональной зависимости станкоёмкости технологического инструмента от характеристической переменной. Обобщены практические результаты. Проанализирован результативный опыт разработки, внедрения и эксплуатации на предприятии машиностроительного профиля ЗАО «Механический завод», г. Орск, Оренбургская область.

Ключевые слова: технологический процесс, глубокая вытяжка, инструмента, пуансон, матрица, станкоёмкость, электронно-аналитическая форма, графоаналитическое моделирование, интерполирование, аппроксимация.

В современных условиях подготовка производства новых изделий требует организации работы всех структурных и функциональных подразделений предприятия с максимальной производительностью и гибкостью. В том числе подразделений, деятельность которых непосредственно связана с разработкой конструкторской и технологической документации на необходимый технологический инструмента, а также цехов и участков предприятия, занятых его изготовлением.

Жёсткие временные ограничения, ставшие нормой современного производства, требуют повышенной оперативности решения производственных задач, в первую очередь, связанных с резким сокращением сроков подготовки производства и началом выпуска новых видов изделий, а также освоенных и производимых ранее.

В настоящей работе рассматривается авторский метод оперативного расчёта станкоёмкости технологического инструмента для изготовления

цилиндрических деталей глубокой вытяжкой. Метод основан на функциональной зависимости от совокупности устойчивых параметров и входит в состав сервисных процедур САПР технологических процессов глубокой вытяжки.

Разработанный метод предназначен для планирования производственной деятельности инструментальных цехов и участков предприятия, а также для принятия решений о целесообразности выпуска новых видов изделий или возобновления производства изготавливаемых ранее.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ РЕШЕНИЯ

Одной из актуальных задач является предварительная оперативная оценка станкоёмкости производственной программы изготовления необходимой номенклатуры технологического инструмента для производства новых изделий, выполняемая до начала разработки конструкторской и технологической документации.

Для автоматизации оперативного расчёта станкоёмкости изготовления технологического инструмента эффективно использованы разработанные авторами методы аппроксимации плоских криволинейных контуров гладкими кривыми на дискретном множестве опорных то-

Лысов Владимир Анатольевич, старший преподаватель кафедры высшей математики.

E-mail: lysov.vladimir-orisk@yandex.ru

Сердюк Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор, директор аэрокосмического института.

E-mail: sap@mail.osu.ru

Шевченко Оксана Владимировна, ведущий специалист группы программной поддержки. E-mail: oksanavsh@yandex.ru

Щеголев Андрей Владиславович, Генеральный директор. E-mail: andrej-shhegolev@yandex.ru

чек [4] и их отображение электронно-аналитическими формами [5].

Результаты защищены Свидетельствами Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ [6,7,8] и подтверждены актами внедрения № 040-001 от 12 сентября 2011г., № 040-002 от 19 сентября 2011г. и № 040-006 от 21 ноября 2011г. в производственный процесс ЗАО “Механический завод”, г. Орск, Оренбургская область.

Исходной информацией являются практические данные по станкоёмкости технологического инструмента для производства различных видов цельнотянутых изделий, например, газовых баллонов высокого давления.

Возможное решение данной задачи включает следующие этапы:

- выявление совокупности устойчивых независимых параметров, конструктивно определяющих конкретный вид инструмента, по которым возможно с заданной точностью оценить станкоёмкость его изготовления;

- формирование базы данных по видам технологического инструмента, фактическая станкоёмкость изготовления которого является достоверной, т.е. может быть использована для решения данной задачи;

- определение функциональных зависимостей величины станкоёмкости от значений выбранных параметров на основе сформированных баз данных;

- создание соответствующих математических моделей.

Решение данной задачи обеспечивает:

- своевременное планирование деятельности

цехов и участков инструментального производства;

- оперативную оценку станкоёмкости производственной программы изготовления необходимой номенклатуры технологического инструмента, а следовательно, затрат на её выполнение;

- существенное сокращение проявлений субъективизма в планировании и расчётах.

Таким образом, обоснована необходимость решения следующей задачи: **расчёт станкоёмкости изготовления технологического инструмента независимо от готовности конструкторской и технологической документации.**

2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОВОКУПНОСТИ УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ

Рабочим инструментом в технологических процессах глубокой вытяжки является штамп [1, 2], конструкцию которого составляют пуансон (подвижная часть), матрица (неподвижная часть) и оснастка. Пуансон определяет штамп конструктивно. Геометрические параметры пуансона обеспечивают необходимую форму полуфабрикатов изделия пооперационно в процессе формоизменения от заготовки до заключительной операции прессовой обработки.

В пуансоне можно выделить три основные части: хвостовик, часть для обеспечения рабочего хода, рабочую часть и торец (рис. 1). Осевое сечение пуансона определяет осевое сечение полуфабриката изделия, которое описывается совокупностью геометрических параметров (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1. Состав параметров расчёта станкоёмкости изготовления технологического инструмента

Обозначение	Единица измерения	Наименование
Входные		
N		Номенклатурный номер пуансона
L	мм	Длина пуансона
l	мм	Длина рабочего хода
h	мм	Высота рабочей части
t	мм	Высота торца
D, R	мм	Диаметр, радиус пуансона максимальные
d, r	мм	Диаметр, радиус пуансона минимальные
ρ	мм	Радиус дуги окружности сопряжения торца
Промежуточные		
P		Характеристическая переменная
S	дм.кв.	Площадь боковой поверхности пуансона, составляющая значение характеристической переменной
V	дм.куб.	Объём пуансона, составляющий значение характеристической переменной
Выходные		
Sd	ст. час.	Станкоёмкость действующая
Sr	ст. час.	Станкоёмкость расчётная

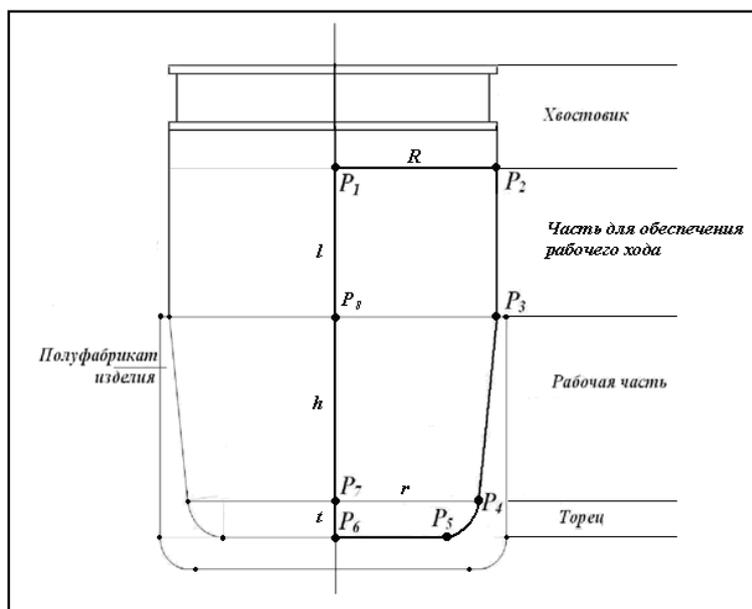


Рис. 1. Осевое сечение пуансона

Высказано следующее предположение.

Станкоёмкость изготовления пуансона предопределяется функциональной зависимостью от совокупности геометрических параметров, которые рассматриваются в качестве устойчивых независимых, конструктивно определяющих конкретный вид инструмента.

Следовательно, геометрические размеры составляющих частей пуансона (табл. 1) представляют собой набор независимых переменных, которые могут быть использованы при построении математической модели функциональной зависимости станкоёмкости:

$$Sr = f(l, h, t, R, r, \rho). \quad (1)$$

Имеет место функция шести независимых переменных. Прикладной математический аппарат аппроксимации такой функции составляет громоздкие формулы, связан с большими вычислениями, а значит, не приемлем в эксплуатации.

С целью упрощения ситуации вводится характеристическая переменная P , которая позволяет обойти сложный прикладной математический

аппарат интерполирования функции нескольких переменных, необходимость которого продиктована спецификой рассматриваемой задачи. В качестве переменной P может быть использована площадь боковой поверхности пуансона S или его объем V .

3. ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Совокупность

$$L(x) = P_i x^3 + Q_i x^2 + R_i x + S_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (n > 2) \quad (2)$$

называется гладкой электронно-аналитической формой третьего порядка некоторой непрерывной функции $f(x)$, если:

- 1) выполняется равенство $f(x_i) = L(x_i)$;
- 2) выполняется равенство производных первого порядка в узловых точках (гладкость кривой):

$$\frac{3P_i x_{i+1}^2 + 2Q_i x_{i+1} + R_{i+1}}{3P_{i+1} x_{i+1}^2 + 2Q_{i+1} x_{i+1} + R_{i+1}} = \quad (3)$$

- 3) $L(x)$ представлена данными в электронном формате.

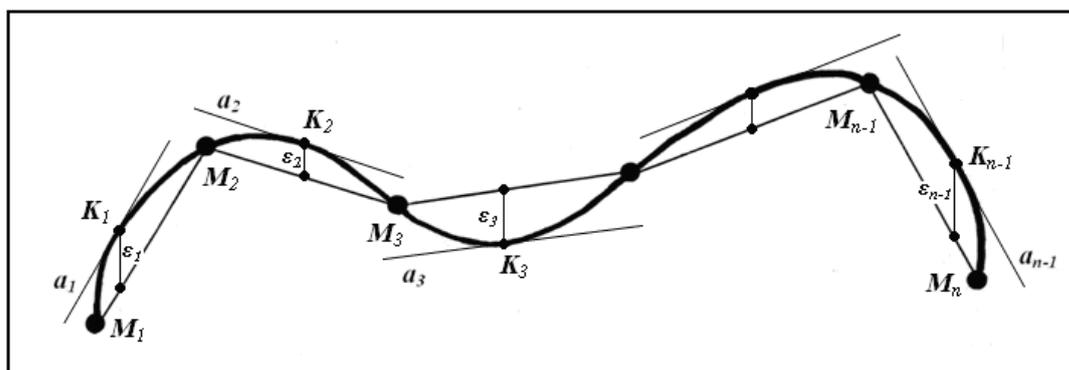


Рис. 2. Гладкая кривая, регламентированная касательными, формирования функциональной зависимости $y = f(x)$ на основании эмпирических данных (x_i, y_i)

Утверждение.

Пусть $M_1(x_1, y_1), M_2(x_2, y_2), \dots, M_n(x_n, y_n)$ – последовательность точек (рисунок 2), эмпирически определяющая некоторую непрерывную функцию $f(x)$, ($n > 2$).

Тогда для любых заданных положительных $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{n-1}$ существует гладкая кубическая электронно-аналитическая форма $L(x)$, которая определяет плоскую гладкую кривую, последовательно проходящую через точки M_1, M_2, \dots, M_n . Причём, для любого значения переменной x , принадлежащему отрезку $[x_i, x_{i+1}]$ выполняется условие:

$$|f(x) - L(x)| < \varepsilon_i \quad (4)$$

Обоснование.

Очевидно, что гладкая электронно-аналитическая форма третьего порядка определяет некоторую гладкую кривую. Другими словами, имеет место гладкое кубическое отображение функции $f(x)$, которое приемлемо для корректного исследования численными и прикладными методами дифференциального и интегрального исчисления.

Коэффициенты P_i, Q_i, R_i, S_i определяются следующим образом.

Для первого фрагмента M_1M_2 :

$$\begin{cases} L(M_1) = y_1 \\ L\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) = \frac{y_1 + y_2}{2} \\ L(M_2) = y_2 \\ L'\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \end{cases} \quad (5)$$

Далее, рекуррентно:

$$A_{i1} = \begin{pmatrix} x_i^3 & x_i^2 & x_i & 1 \\ 3x_i^2 & 2x_i & 1 & 0 \\ \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right)^3 & \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right)^2 & \frac{x_i + x_{i+1}}{2} & 1 \\ 3\left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right)^2 & 2\frac{x_i + x_{i+1}}{2} & 1 & 0 \end{pmatrix};$$

$$B_{i1} = \begin{pmatrix} y_i \\ 2Q_{i-1}x_i + R_{i-1} \\ \frac{y_i + y_{i+1} + \varepsilon_i}{2} \\ \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \end{pmatrix}; \quad X_{i1} = \begin{pmatrix} P_{i1} \\ Q_{i1} \\ R_{i1} \\ S_{i1} \end{pmatrix};$$

$$(i = 2, 3, \dots, n - 1) \quad (6)$$

$$A_{i2} = \begin{pmatrix} \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right)^2 & \frac{x_i + x_{i+1}}{2} & 1 \\ 2\frac{x_i + x_{i+1}}{2} & \frac{x_i + x_{i+1}}{2} & 0 \\ x_{i+1}^2 & x_{i+1} & 1 \end{pmatrix};$$

$$B_{i2} = \begin{pmatrix} \frac{y_i + y_{i+1} + \varepsilon_i}{2} \\ \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \\ y_{i+1} \end{pmatrix}; \quad X_{i2} = \begin{pmatrix} Q_{i2} \\ R_{i2} \\ S_{i2} \end{pmatrix}$$

$$(i = 2, 3, \dots, n - 1). \quad (7)$$

Значения $P_{i1}, Q_{i1}, R_{i1}, S_{i1}$ и Q_{i2}, R_{i2}, S_{i2} являются решением систем линейных алгебраических уравнений в матричной форме, соответственно:

$$X_{i1} = A_{i1}^{-1}B_{i1} \quad X_{i2} = A_{i2}^{-1}B_{i2}$$

Таким образом, утверждение обосновано. Следовательно, обосновано существование гладкой кривой, аппроксимирующей с заданной точностью.

Приведённый на рисунке 3 контур пуансона используется для автоматического расчёта площади поверхности и объёма пуансона по следующим формулам.

Уравнение окружности (рис. 4):

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = \rho^2. \quad (8)$$

Производная первого порядка:

$$2(x - a) + 2(y - b)y' = 0 \quad (9)$$

или в явной форме:

$$y' = -\frac{x - a}{y - b}. \quad (10)$$

Формулы вычисления объёмов тел вращения [3], (рис. 3):

- прямого кругового цилиндра $P_1P_2P_3P_8$:

$$V_u = \pi R^2 l; \quad (11)$$

- прямого кругового усечённого конуса $P_8P_3P_4P_7$:

$$V_{ук} = \frac{\pi h(R^2 + r^2 + Rr)}{3}; \quad (12)$$

- прямого кругового усечённого конуса $P_7P_4P_5P_6$ с криволинейной образующей:

$$V_{кр} = \pi \int_{l+h}^{l+h+t} y^2 dx,$$

$$\text{где } y = \sqrt{\rho^2 - (x - a)^2} + b; \quad (13)$$

- объём пуансона - значение характеристической переменной:

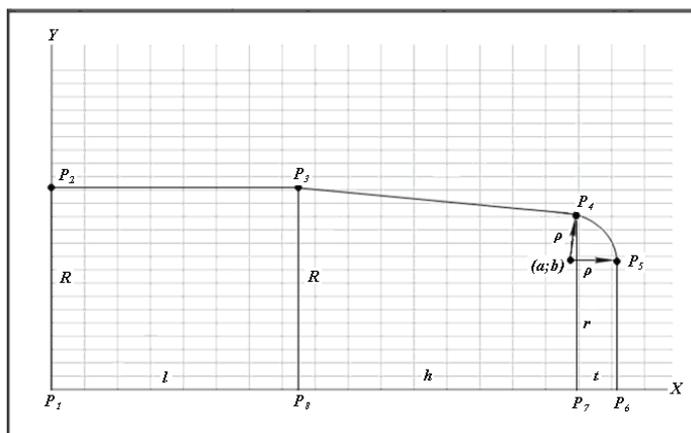


Рис. 3. Фрагмент осевого сечения пуансона на координатной плоскости

$$V = V_{ц} + V_{ук} + V_{кр}. \quad (14)$$

Формулы вычисления площадей боковых поверхностей тел вращения [3], (рис. 2):

- прямого кругового цилиндра $P_1P_2P_3P_8$:

$$S_{ц} = 2\pi Rl; \quad (15)$$

- прямого кругового усеченного конуса $P_8P_3P_4P_7$

$$S_{ук} = \pi(R+r)\sqrt{(R-r)^2 + h^2}; \quad (16)$$

- прямого кругового усеченного конуса $P_7P_4P_5P_6$ с криволинейной образующей:

$$S_{кр} = 2\pi \int_{l+h}^{l+h+t} y\sqrt{1+(y')^2} dx,$$

где $y = \sqrt{\rho^2 - (x-a)^2} + b. \quad (17)$

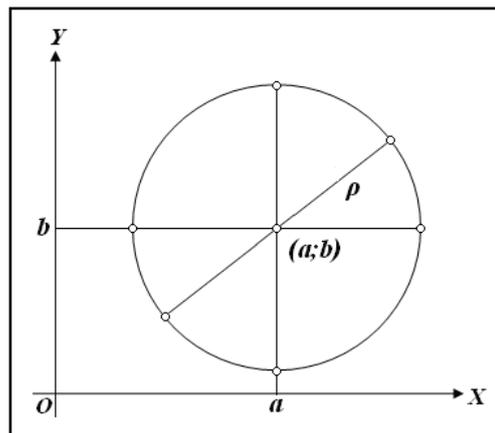


Рис. 4. Окружность на координатной плоскости

Площадь боковой поверхности пуансона - значение характеристической переменной:

$$S = S_{ц} + S_{ук} + S_{кр}. \quad (18)$$

4. АЛГОРИТМ РАСЧЁТА СТАНКОЁМКОСТИ

Алгоритм, иллюстрирующий последовательность выполнения этапов и их содержание, представлен в табличной форме (табл. 2).

5. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В качестве программного обеспечения использованы программные продукты [6, 7, 8]. Авторские права защищены Свидетельствами

Таблица 2. Алгоритм создания математической модели расчёта станкоёмкости изготовления технологического инструмента

№	Действия, составляющие алгоритм	Варианты практического выбора
1.	Профилирование инструмента в соответствии с осевым сечением полуфабриката изделия на электронно-аналитической форме	Совокупность геометрических параметров пуансона в соответствии с рисунком 1
2.	Выбор совокупности устойчивых независимых параметров, конструктивно соответствующих данному виду инструмента, однозначно определяющих станкоёмкость его изготовления	На основании рисунка 1 и таблицы 1
3.	Определение зависимых переменных	- станкоёмкость действующая S_d - станкоёмкость расчётная S_r
4.	Выбор характеристической переменной	- площадь S боковой поверхности - объём V пуансона
5.	Выбор функциональной зависимости для расчёта станкоёмкости	- гладкие электронно-аналитические формы третьего порядка (2)
6.	Выбор программного обеспечения	- Объектно-ориентированный процедурный язык программирования Visual FoxPro систем управления реляционными базами данных - Среда MS Excel
7.	Формирование баз данных для построения функциональной зависимости	- Инструмент свёрточный - Инструмент выпяжной

Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Для создания программного обеспечения выбран объектно-ориентированный процедурный язык программирования Visual FoxPro систем управления реляционными базами данных, разработанный корпорацией Майкрософт.

В процессе подготовки программного обеспечения:

- использованы компоненты для хранения, отображения и редактирования;
- сформированы базы данных в виде файлов с расширением .dbf;
- задействован ввод и контроль данных в таблицы и формы, созданные с помощью конструктора форм;
- для просмотра и вывода данных сформированы отчёты с помощью мастера отчётов, собственные и на основе шаблонов, а также включающие многоуровневую группировку данных;
- предусмотрены запросы, полученные с помощью конструктора запросов для выбора данных из одной или нескольких таблиц и форм с выводом результатов в виде отчётов и диаграмм.

Использованы возможности интерфейса прикладного программирования Gdi+ для создания графических образов (рис 5, 6):

- линии любого стиля толщиной в несколько пикселей;
- вывод текста выбранным шрифтом;
- работа с графическими файлами;
- вывод изображений на произвольные области.

На этапе отладки применена виртуальная машина для тестирования программного обес-

печения в различных операционных системах. Тестирование проводилось на одном компьютере без переустановки операционной системы.

6. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Для получения графоаналитической модели функциональной зависимости станкоёмкости технологического инструмента от, например, площади боковой поверхности пуансона результативно использован рассмотренный выше прикладной математический аппарат в совокупности с программным обеспечением [8].

Имеет место приближение графических образов на основе визуального контроля монотонности и гладкости. Например, согласно рисунку 5, значение 19,3 ст.час. для 5,87 дм.кв. завышено. В этом случае необходима корректировка.

7. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Практические расчёты станкоёмкости различных видов технологического инструмента с использованием разработанного метода выполнены на примере исходных данных ЗАО «Механический завод». Инструмент предназначен для изготовления корпусных деталей стальных и алюминиевых газовых баллонов, автомобильных амортизаторов, масляных фильтров и ряда других изделий, которые объединены общим названием: цельнотянутые изделия. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Фрагмент базы данных экспериментальных и расчётных к определению станкоёмкости инструмента на примере технологического процесса изготовления газовых баллонов высокого давления

№	Длина пуансона (мм) L	Длина рабочего хода (мм) L _г	Диаметр максимальный (мм) D	Диаметр минимальный (мм) d	Характеристическая площадь (дм кв) P	Станкоёмкость действующая (ст-час) S _d	Станкоёмкость расчетная (ст-час) S _г	Относительная погрешность (%)
Пуансоны вытяжки без утонения (свёрточные)								
1	636	159	182	167	5,72	17,3	18,0	-4,0
2	645	161	187	171	5,82	19,1	18,4	3,7
3	729	182	208	190	6,55	20,4	21,2	-3,9
4	795	199	231	212	7,19	24,8	23,8	4,0
5	561	140	158	145	5,02	14,8	15,4	-4,1
Пуансоны первой вытяжки с утонением								
1	744	218	146	134	6,21	23,7	24,7	-4,2
2	755	221	150	137	6,32	26,2	25,2	3,8
3	853	249	166	152	7,10	28,2	29,4	-4,3
4	930	273	185	170	7,79	34,5	33,2	3,8
5	656	192	126	116	5,45	20,0	20,8	-4,0

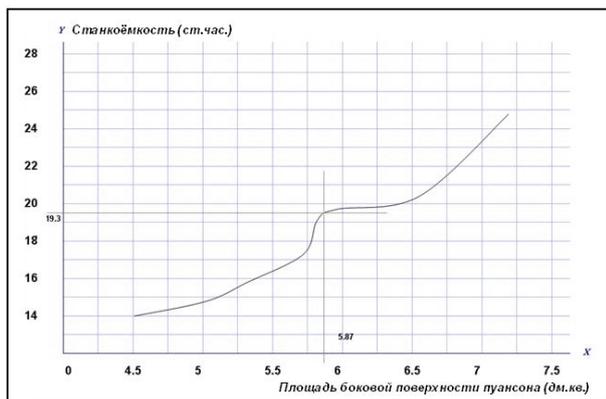


Рис. 5. Первоначальный вариант графоаналитической модели

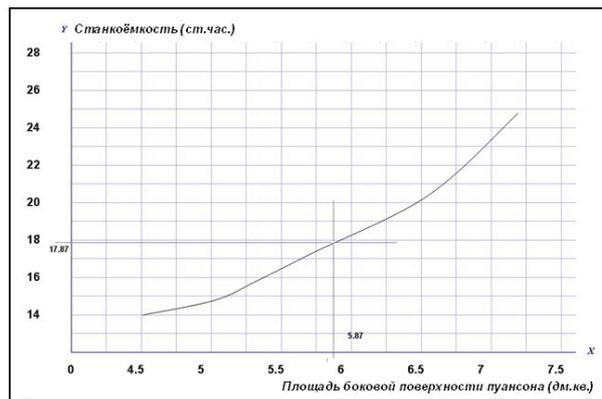


Рис. 6. Окончательный вариант графоаналитической модели

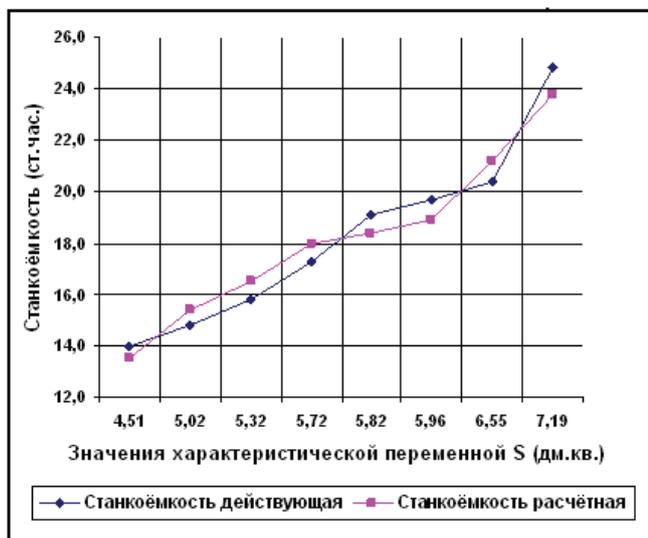


Рис. 7. Иллюстрация зависимости значений станкоёмкости S_d и S_r от характеристической переменной по площади пуансона S

Судя по графикам (рис. 7) и данным таблицы 3, приемлемая закономерность получена для характеристической переменной по площади S . При этом относительная погрешность не превышает 5% (-4,4; 4,1), что соответствует нормативам, установленным стандартом предприятия.

$$\omega = \frac{S_d - S_r}{S_d} \times 100. \quad (19)$$

В процессе эксплуатации осуществлено следующее:

- сформированы исходные базы данных по видам инструмента;
- своевременное планирование деятельности цехов и участков инструментального производства;
- регламентирован предварительный расчёт станкоёмкости в натуральном (в станкочасах) и стоимостном выражении ожидаемой производственной программы изготовления необходимой номенклатуры технологического инструмента с

целью принятия решения о целесообразности изготовления новых видов изделий или производимых ранее;

- исключено проявление субъективизма в планировании и расчётах;
- суммарное снижение затрат по станкоёмкости составило 4 – 5%.

8. ВЫВОДЫ

1. Разработан метод расчёта станкоёмкости изготовления инструмента, применяемый до начала подготовки конструкторской и технологической документации.
2. Метод основан на построении функциональной зависимости величины станкоёмкости от совокупности устойчивых независимых параметров, конструктивно определяющих конкретный вид инструмента, по которым возможно однозначно с заданной точностью оценить станкоёмкость его изготовления.
3. Универсальность рассмотренного метода с возможностями интерактивного доступа создаёт основу широкого применения для решения задач, связанных с оперативным расчётом количественных характеристик производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л: Машиностроение. 1979. 520 с.
2. Рудман Л.И. Справочник конструктора штампов. Листовая штамповка. М.: Машиностроение, 1988. 496 с.
3. Вычислительные методы для инженеров: Учебное пособие - 2-е изд., доп. / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копчёнова. М.: Издательство МЭИ, 2003. 569 с.
4. Аппроксимация плоских криволинейных контуров гладкими кривыми на дискретном множестве опорных точек / В.А. Лысов, О.В. Шевченко, А.В. Щеголев // Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 3.С. 145 – 149.
5. Отображение плоских графических образов электронно-аналитическими формами / В.А. Лысов, О.В. Шевченко, А.В. Щеголев // Научно-технический ве-

- стник Поволжья. 2011. № 4. С. 187 – 192.
6. Программа автоматического отображения плоских графических образов электронно-аналитическими формами “GraphElAn 1.0” / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616894 от 6.9.2011 / В.А. Лысов, А.И. Сердюк, О.В. Шевченко. М.: Роспатент, 2011.
 7. Программа аппроксимации криволинейных контуров гладкими кривыми “ArroxiDrawPie 1.0” / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011618210 от 19.10.2011 / В.А. Лысов, О.В. Шевченко, А.И. Сердюк. – М.: Роспатент, 2011.
 8. Программа графоаналитического моделирования динамики механических свойств металлов в технологических процессах изготовления цилиндрических деталей методом глубокой вытяжки “GrAnDinaMSMet 1.0” / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012614141 от 5.5.2012 / В.А. Лысов, О.В. Шевченко, Щеголев А.В. М.: Роспатент, 2012.

THE UNTRADITIONAL METHOD OF THE CALCULATION OF THE DRILL STRING'S MACHINE-TOOL CAPACITY FOR MAKING CYLINDERS BY DEEP DRAWING

© 2012 V.A. Lysov¹, A.I. Serdjuk², O.V. Shevchenko³, A.V. Schegolev⁴

¹ Orsk Humanitarian and Technological Institute (branch) of Orenburg State University

² Orenburg State University

³ Open (Joint-Stock) Company “Orsknefteorgsintez”, Orsk

⁴ Closed (Joint-Stock) Company “Mechanical plant”, Orsk

The untraditional method of the calculation of the machine-tool capacity of the process tool's making in terms of the functional dependence of the machine-tool capacity's value from package of some characteristics is treated when in use. The problem definition is stated. The industrial necessity of determination is founded. The system of definition of stable parameters' whole is set out. The essential applied mathematical apparatus is produced. The algorithm of machine-tool capacity's calculation is described. The brief description of program ensuring is given. The graph-analytic model of functional dependence of drill string's machine-tool capacity from distinguishing variable is shown. The bottom lines are summarized. The author's resulting experience of the working out, application and operation at the machine-building's enterprise “Mechanical Plant”, Orsk, Orenburg region is analyzed.

Keywords: Workflow, deep drawing, process tool, punch, mould, machine-tool capacity, E-analytical form, graph-analytic modeling, interpolation, approximation.

Vladimir Lysov, Senior Lecturer at the Higher Mathematics Department. E-mail: lysov.vladimir-orisk@yandex.ru

Anatolij Serdjuk, Doctor of Technical Science, Professor, Director of the Aerospace Institute. E-mail: sap@mail.osu.ru

Oksana Shevchenko, Leading Specialist of the Program Support's Group. E-mail: oksa-navsh@yandex.ru

Andrej Schegolev, General Director. E-mail: andrej-shhegolev@yandex.ru