

УДК 621.0

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

В. С. Мурашко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Показано, что разработанное в открытой системе Scilab программное приложение на основе центрального композиционного ротатбельного планирования второго порядка строит трехфакторную математическую модель тангенциальной составляющей силы резания, которую можно использовать для установки рациональных значений элементов геометрии зуба при конструировании торцовых фрез для обработки высокопрочного чугуна.

Ключевые слова: ротатбельное планирование второго порядка, уравнение регрессии, торцовая фреза, элементы геометрии зуба, система Scilab.

COMPUTER SIMULATION OF THE END MILLING PROCESS

V. S. Murashko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

A software application developed in the open Scilab system based on the central composite rotatable planning of the second order builds a three-factor mathematical model of the tangential component of the cutting force, which can be used to set rational values of tooth geometry elements in the design of end mills for processing high-strength cast iron.

Keywords: rotatable second-order planning, regression equation, end mill, tooth geometry elements, Scilab system.

Процессы обработки материалов резанием являются сложными многофакторными процессами. В этих процессах исследуемая величина часто – это случайная величина, зависящая от большого числа контролируемых и неконтролируемых факторов. Поэтому процессы резания все чаще стали рассматривать с вероятностно-статистических позиций, а при экспериментальных исследованиях применять методы планирования эксперимента, базирующиеся на идеях математической статистики.

Цель данной работы – разработать программное приложение для построения многофакторной математической модели, характеризующей зависимость максимальной тангенциальной составляющей силы резания $P_T = f(\varphi, \lambda, \gamma)$ от элементов геометрии зуба торцовой фрезы при фрезеровании высокопрочного чугуна.

Эксперимент необходимо провести по программе центрального композиционного ротатбельного планирования второго порядка [1]. В качестве влияющих факторов следует выбрать элементы геометрии зуба фрезы: главный угол φ в плане, угол наклона λ режущей кромки и передний угол γ .

В качестве инструментария разработки программного приложения «Многофакторная математическая модель сил резания при фрезеровании торцовой фрезой (МММСРприФТФ)» выбрали пакет компьютерной математики Scilab.

Система Scilab работает в режиме интерпретатора, а также позволяет обрабатывать программы, написанные на встроенном языке. Система очень удобна для автоматизации инженерных расчетов, помогая создавать не только обычные, но и визуальные приложения.

Для получения математической зависимости максимальной тангенциальной составляющей силы резания от элементов геометрии зуба торцевой фрезы при фрезеровании высокопрочного чугуна данные результатов эксперимента были взяты из [1].

1. Установить на компьютере систему Scilab.

3. Ввод исходных данных (рис. 1) состоит из трех шагов. Шаг 1: используя ин-ейсные компоненты edit, ввести значения главного угла наклона, угла наклона щей кромки, переднего угла на уровнях -1 и $+1$ или оставить значения по чанию. Шаг 2: нажать на кнопку «Ввод результатов опытов». Шаг 3: появится оговое окно «Введите элементы массива построчно».

5. Когда данные введены, нажать на кнопку «Расчет коэффициентов регрессии» (рис. 2, 3). В результате появится новая таблица, в которой находится следующая информация: рассчитанные значения коэффициентов регрессии, доверительные интервалы для них, признак значимости (1) или незначимости (0) коэффициентов. Внизу графического окна отобразится уравнение регрессии и уравнение математической зависимости максимальной составляющей силы резания, зависящей от элементов геометрии зуба торцевой фрезы при обработке высокопрочного чугуна.

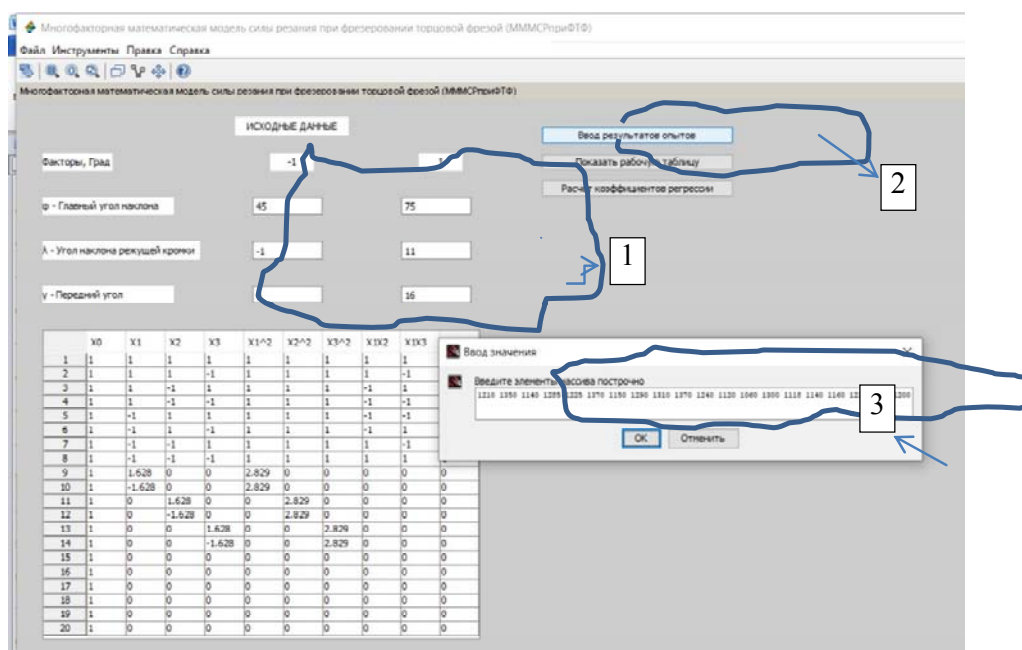


Рис. 1. Ввод исходных данных

Многофакторная математическая модель силы резания при фрезеровании торцевой фрезой (МММСРприФТФ)

Исходные данные

Факторы: Град

φ - Главный угол наклона

λ - Угол наклона режущей кромки

γ - Передний угол

Ввод результатов опытов

Показать рабочую таблицу

Расчет коэффициентов регрессии

	b0	b1	b2	b3	b12	b13	b23	b11	b22	b33
Коэф...	1179.4215	-11.049952	36.012331	-71.29243	-2.5021044	0	0	62.208251	6.939494	6.939494
Интер...	38.128083	25.27286	25.27286	25.27286	33.024478	33.024478	33.024478	24.622446	24.622446	24.622446
Знач...	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0

X0	X1	X2	X3	X1^2	X2^2	X3^2	X1X2	X1X3	X2X3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1
4	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1
5	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1
6	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1
7	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
8	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
9	1	1.628	0	2.829	0	0	0	0	0
10	1	-1.628	0	2.829	0	0	0	0	0
11	1	0	1.628	0	2.829	0	0	0	0
12	1	0	-1.628	0	2.829	0	0	0	0
13	1	0	0	1.628	0	0	0	0	0
14	1	0	0	-1.628	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Математическая модель составлена из значимых коэффициентов регрессии: $Y = 1179.4215 + 36.012331 \cdot X_2 - 71.29243 \cdot X_3 + 62.208251 \cdot X_{11}$

Интерполяционная формула: $P_t = 1179.4215 + 36.012331 \cdot ((\lambda - 5)/6) - 71.29243 \cdot ((\gamma - 10)/6) + 62.208251 \cdot ((\varphi - 60)/15)^2$

Модель адекватна

Рис. 2. Результат нажатия кнопки «Расчет коэффициентов регрессии»

Математическая модель составлена из значимых коэффициентов регрессии: $Y = 1179.4215 + 36.012331 \cdot X_2 - 71.29243 \cdot X_3 + 62.208251 \cdot X_{11}$

Интерполяционная формула: $P_t = 1179.4215 + 36.012331 \cdot ((\lambda - 5)/6) - 71.29243 \cdot ((\gamma - 10)/6) + 62.208251 \cdot ((\varphi - 60)/15)^2$

Модель адекватна

Рис. 3. Уравнения регрессии и математической зависимости максимальной составляющей силы резания

Полученные результаты. Решена задача – отделить реализацию алгоритма проведения полнофакторного эксперимента [1] от интерфейса, т. е. оставить за пользователем только возможность ввода исходных и экспериментальных данных. Рассмотрена и исследована соответствующая алгоритмическая модель, которая была реализована в виде визуального приложения «МММСРприФТФ» с дружественным пользовательским интерфейсом, позволяющим построить математическую модель зависимости максимальной тангенциальной составляющей силы от элементов геометрии зуба торцевой фрезы и проверить ее на адекватность, а также выяснено, что ее можно использовать для установки рациональных значений элементов геометрии зуба при конструировании торцевых фрез для обработки высокопрочного чугуна.

Таким образом, применение визуальных компонентов не только во много раз сокращает сроки разработки программ, но и существенно снижает вероятность случайных программных ошибок, от которых не защищен ни один крупный программный проект.

Литература

1. Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. – Москва : Машиностроение, 1981. – 184 с.