

УДК 621.9:519.6

С.П. Вислоух, канд. техн. наук; О.В. Катрук, А.І. Заїка

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ

The research of titanic alloy of BT2 treatment by plates from tungsten and titan-tungsten group are considered. Experimental result processing is executed by modelling system which implement Fuzzy Group Method of Data Handling. The mathematical model of resistance of cutting instrument allows to define optimum material of cutting plate and optimum modes of treatment of titanic alloy chisels from certain material of this plate.

Титанові сплави – важливі конструкційні матеріали, для яких характерні велика міцність, корозійна стійкість і невелика питома вага. Це визначає їх використання для виготовлення відповідальних деталей у приладо- та машинобудуванні. Встановлено, що низька оброблюваність титанових сплавів пояснюється високою міцністю, низькою теплопровідністю, підвищеним нахилом до наклепу та великим питомим тиском, що пов'язаний з малою площею контакту стружки з різальним інструментом.

Тому важливе завдання технологічної підготовки виробництва полягає в дослідженні процесу обробки титанових сплавів з позицій визначення оптимальних режимів обробки та вибору раціонального матеріалу різальної кромки інструмента.

Розв'язати це завдання можливо шляхом виконання експериментальних досліджень з метою отримання адекватних математичних моделей вихідних параметрів процесу різання, що дасть змогу визначити матеріал різальної крайки інструменту та оптимальні режими обробки.

Основним параметром, що визначає оброблюваність титанового сплаву відповідним різальним інструментом, є стійкість інструменту. Тому в основу досліджень покладено визначення стійкісних залежностей різальної кромки інструмента від режимів різання (швидкості, подачі та глибини).

Відомо багато методів отримання математичних моделей параметрів та показників процесу різання – планування експерименту, регресійний та дисперсійний аналізи, чисельні методи та ін. Але зазвичай на процес обробки деталей впливає велика кількість факторів, у тому числі й випадкових. Тому необхідно вибрати такий метод математичного моделювання, який охоплює всю цю множину факторів та потребує мінімальних витрат часу й засобів на проведення експериментів, а також дає змогу використовувати статистичну інформацію, що отримана безпосередньо на виробництві. Особливе місце серед методів моделювання займають еволюційні методи самоорганізації моделей [1]. Із цих методів можна вирізнити нечіткий метод групового врахування аргументів, за допомогою якого можна отримати математичну модель за великої кількості вхідних параметрів і відносно невеликої кількості експериментів, а також дозволяє визначити інтервал, який характеризує точність прогнозування [2–4]. Опис алгоритму нечіткого методу групового врахування аргументів та переваги його використання для отримання математичних моделей оптимальної складності наведено в [5].

На основі цього алгоритму розроблено систему моделювання, яка в автоматизованому режимі дає можливість розв'язати поставлене завдання. Загальний вигляд інтерфейсу цієї системи моделювання показаний на рис. 1.

№	mat	V	S	mat1	V1	S1
38	2	20	0,7	1,5	4,5	13,8
39	2	28	0,5	1,5	4,5	14
40	3	20	0,4	1,5	4,5	11,2
41	2	20	1,5	1,5	9	4,2
42	2	28	1	1,5	9	3,8
43	2	28	0,7	1,5	9	13,5
44	2	20	0,5	1,5	9	14
45	5	20	0,2	2	12	8
46	6	25	0,2	2	12	12,5
47	3	20	0,2	2	12	14
48	4	20	0,2	2	8	8
49	4	25	0,2	2	8	12,5
50	4	20	0,2	2	8	8
51	3	20	0,2	2	8	8
52	3	25	0,2	2	8	12,5
53	3	20	0,2	2	8	8
54	2	20	0,2	2	4	8
55	2	25	0,2	2	4	12,5
56	3	20	0,2	2	4	8

Рис. 1. Загальний вигляд інтерфейсу системи моделювання, що реалізує нечіткий метод групового врахування аргументів

Створена система моделювання використана при дослідженні процесу токарної обробки титанових сплавів. Превагою використання евристичних методів є можливість отримання необхідних математичних моделей вихідних характеристик процесу різання при одночасній зміні кількох вхідних параметрів. При цьому можна використовувати будь-яку комбінацію вхідних даних.

Мета роботи полягає визначенні впливу режимів різання на стійкість різального інструменту та вибір раціонального матеріалу різальної кромки при токарній обробці титанового сплаву BT2. У досліді використано прохідні різці з механічним кріпленням пластинок з твердих сплавів BK3, BK4, BK6, BK6M, BK8, T5K10 та T15K6 Геометричні параметри різальної кромки інструмента вибрані згідно з технологічними рекомендаціями, а саме: $\gamma = 0^0$; $\alpha = \alpha_1 = 10^0$; $\varphi = 45^0$; $\varphi_1 = 10^0$; $\lambda = 0^0$; $r = 1$ мм. Як критерій зношеності різального інструменту біло прийнято сумарний знос за заднюю гранню розміром 0,9 мм.

При проведенні досліджень швидкість різання змінювалась у межах 20–140 м/хв., подача 0,11–1,5 мм/об, а глибина різання –1–4,5 мм.

У результаті обробки результатів експериментальних досліджень нечітким методом групового врахування експериментів за допомогою створеної системи моделювання отримано таку залежність стійкості різального інструменту від його матеріалу та режимів різання при токарній обробці титанового сплаву BT2:

$$\begin{aligned}
 T_u = & 2,4357 + 330,9 \cdot (1/mat) \cdot (1/V) + 75,76 \cdot (1/V)^2 + 2957,69 \cdot (1/mat)^2 \cdot (1/V)^2 + \\
 & + 2043,49 \cdot (1/S) \cdot (1/V)^3 + 352,96734 \cdot (1/V)^4 + 1,125 \cdot (1/(mat \cdot S))^2 + \\
 & + 0,0014629 \cdot (V/(mat \cdot S)) + 15,739 \cdot (1/(mat \cdot t))^2 + 1,9958 \cdot 10^{-6} \cdot (V/(mat \cdot S))^2 + \\
 & + 0,06 \cdot (1/mat) \cdot (1/V) \cdot (V/(mat \cdot S)) + 29832,23 \cdot (1/mat)^3 \cdot (1/V)^3 + \\
 & + 30917,04 \cdot (1/mat)^2 \cdot (1/V)^4 + 10680,43 \cdot (1/mat) \cdot (1/V)^5 + \\
 & + 8,19 \cdot 10^{-5} \cdot (1/mat) \cdot (1/V) \cdot ((V \cdot S)/mat)^2 + 0,02074 \cdot (1/V)^2 \cdot (V/(mat \cdot S)) + \\
 & + 1229,86 \cdot (1/V)^6 + 2,829 \cdot 10^{-5} \cdot (1/V)^2 \cdot ((V \cdot S)/mat)^2 + \\
 & + 1,0419 \cdot (1/mat)^2 \cdot (1/V)^2 \cdot ((V \cdot S)/mat) + 258844,19 \cdot (1/mat)^4 \cdot (1/V)^4 + \\
 & + 357675,59 \cdot (1/mat)^3 \cdot (1/V)^5 + 185340,98 \cdot (1/mat)^2 \cdot (1/V)^6 + \\
 & + 0,00142 \cdot (1/mat)^2 \cdot (1/V)^2 \cdot ((V \cdot S)/mat)^2 + 0,71986 \cdot (1/mat) \cdot (1/V)^3 \cdot (V/(mat \cdot S)) + \\
 & + 42684,58 \cdot (1/mat) \cdot (1/V)^7 + 0,000982 \cdot (1/mat) \cdot (1/V)^3 \cdot (V/(mat \cdot S))^2 + \\
 & + 0,124 \cdot (1/V)^4 \cdot (V/(mat \cdot S)) + 3686,3959 \cdot (1/V)^8 + 0,000169 \cdot (1/V)^4 \cdot ((V \cdot S)/mat)^2,
 \end{aligned}$$

де mat – код матеріалу різальної пластинки різця: 2 – BK3; 3 – BK4; 4 – BK6; 5 – BK6M; 6 – BK8; 7 – T5K10; 8 – T15K6.

Графіки, що відображають прогнозовані значення стійкості різального інструмента (верхнє, нижнє та середнє), що отримані за допомогою системи моделювання, а також справжні (експериментальні) значення стійкості для 20 дослідів показані на рис. 2.

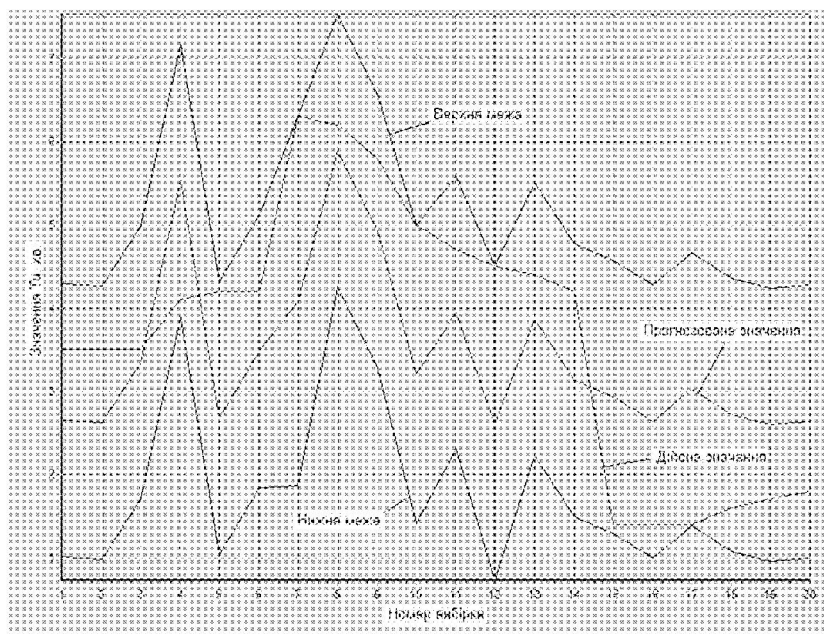


Рис. 2. Графіки прогнозованих та справжніх значень стійкості різального інструмента за номерами дослідів

Таким чином, отримано аналітичну залежність, що дає змогу визначити значення режимів різання (швидкості та подачі), які відповідають необхідній стійкості різального інструмента.

Результати проведених досліджень засвідчили, що найбільшу продуктивність обробки (найбільші припустимі швидкість різання та подачу) має точіння різцями, виготовленими із твердого сплаву ВК3. Деяко гірші значення продуктивності отримані при обробці різцями з пластинками твердих сплавів ВК4 та ВК6М.

Графічне зображення отриманої залежності стійкості різальної пластинки, виготовленої із твердого сплаву ВК3, від швидкості різання V та подачі s при глибині різання $t = 1,5$ мм показано на рис. 3, а характер залежності стійкості цієї різальної пластинки від швидкості V та глибини різання t при постійній подачі $s = 0.2$ мм/об – на рис. 4.

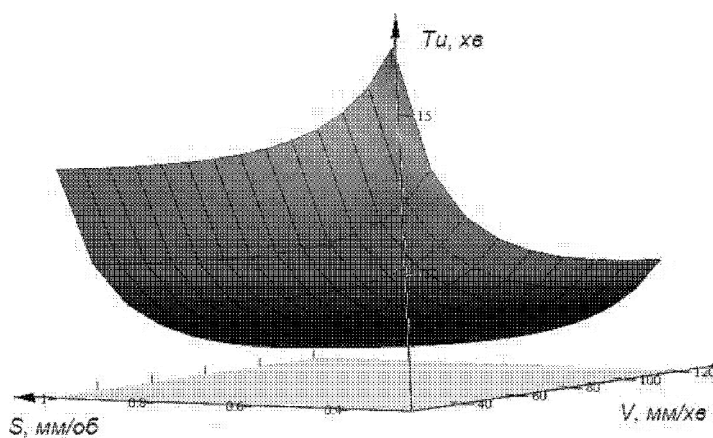


Рис. 3. Графік залежності періоду стійкості T_u інструмента з сплаву ВК3 від швидкості різання V і подачі s при глибині різання $t = 1,5$ мм

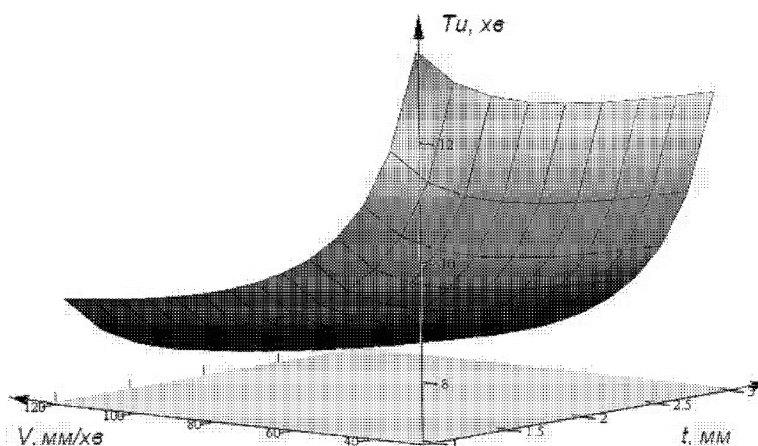


Рис. 5. Графік залежності періоду стійкості T_u інструмента з твердого сплаву ВК3 від швидкості різання V і глибини t при подачі $s = 0,2$ мм/об

Порівняльні результати процесу токарної обробки титанового сплаву ВТ2 різцями з вольфрамових твердих сплавів (ВК3, ВК4, ВК6, ВК6М, ВК8) та титано-вольфрамової групи (Т5К10, Т15К6) засвідчили, що перші продуктивніші, тобто припускають обробку з більшою швидкістю різання та подачею.

Висновки

Результати аналізу методів отримання математичних моделей оптимальної складності засвідчили, що з цією метою доцільно використовувати нечіткий метод групового врахування аргументів.

За допомогою розробленої системи моделювання на основі нечіткого методу групового врахування аргументів можна обробити дані експериментальних досліджень з отриманням математичної моделі у визначеному діапазоні припустимих значень вихідної величини.

Дослідження процесу токарної обробки титанового сплаву ВТ3 пластинками із твердих сплавів ВК2, ВК3, ВК4, ВК6, ВК6М, ВК8 та Т5К10, Т15К6 дають змогу отримати залежність стійкості різального інструмента від режимів різання та матеріалу різальної пластинки.

За допомогою математичної моделі стійкості різального інструмента можна визначити оптимальні режими обробки титанового сплаву ВТ2 різцями з визначеного твердого сплаву, і встановити оптимальний матеріал різального інструмента за такої обробки.

Література

1. Ивахненко А.Г., Зайченко Ю.П., Димитров В.Д. Принятие решений на основе самоорганизации. – М.: Сов. радио, 1976. – 210 с.
2. Зайченко Ю.П., Кебкел О.Г., Крачковский В.Ф. Нечеткий метод группового учета аргументов та його застосування в задачах прогнозування макроекономічних показників // Наукові вісті НУТУ «КПІ». – 2000, № 2. – С. 18–26.
3. Зайченко Ю.П. Нечеткий метод индуктивного моделирования в задачах прогнозирования макроекономических показателей. // Системні дослідження та інформаційні технології. 2003, №3. – С. 25–45.
4. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. Навчальний посібник. – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.
5. Вислоух С.П., Катрук О.В. Моделювання технологічних параметрів нечітким методом групового врахування аргументів. / Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2007, №1 (89). – С. 169 – 172.

Надійшла 07.07.08