

ĐÁNH GIÁ NĂNG SUẤT BÓC VẬT LIỆU KHI TIỆN KIM LOẠI MÀU VỚI DỤNG CỤ CẮT CÓ LỚP PHỦ VÀ KHÔNG CÓ LỚP PHỦ

Trần Doãn Sơn(1), Lý Chánh Trung(2)

(1)Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(2)Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Cao Thắng, Tp.HCM

(Bài nhận ngày 26 tháng 12 năm 2006, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 07 tháng 07 năm 2008)

TÓM TẮT: Trong những năm gần đây, các kết quả nghiên cứu về vật liệu dụng cụ cắt được áp dụng ngày càng nhiều vào thực tế sản xuất, đặc biệt là dụng cụ cắt có lớp phủ. Hiện nay, dụng cụ cắt có lớp phủ chiếm hơn 80% tổng dụng cụ cắt trên thế giới và được ứng dụng rất lớn trong thực tế sản xuất. Năng suất gia công đã được tăng lên đáng kể nhờ những dụng cụ hiện đại cũng như những kỹ thuật mới. Các loại dụng cụ cắt mới liên tục được ra đời. Tuy nhiên, những nghiên cứu khoa học liên quan đến việc đánh giá và so sánh năng suất gia công cho các loại vật liệu khác nhau là rất ít. Để đánh giá năng suất cắt vật liệu đối với những dụng cụ cắt khác nhau, chúng ta phải đánh giá trong cùng điều kiện về tuổi bền của dụng cụ. Do vậy, trước hết ta phải xác định mối quan hệ giữa tuổi bền của dụng cụ và điều kiện cắt. Ngoài ra, việc đánh giá năng suất gia công sẽ giải quyết hai vấn đề: một mặt sẽ phục vụ cho thực tế sản xuất, và mặt khác sẽ phục vụ cho việc đào tạo. Trong bài báo cáo này, chúng tôi giới thiệu phương pháp quy hoạch thực nghiệm để đánh giá năng suất cắt cho vật liệu có lớp phủ.

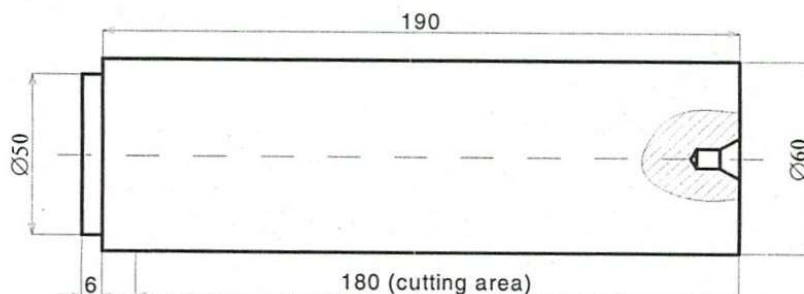
Từ khóa: dụng cụ cắt, dụng cụ cắt có lớp phủ, tuổi bền, chế độ cắt, phương pháp qui hoạch thực nghiệm

1. GIỚI THIỆU

Trong bài viết này, chúng tôi đã thử nghiệm với hai phương pháp: Phương pháp quy hoạch thực nghiệm đối với dụng cụ cắt có phủ một lớp kim cương trên nền Cacbit được thiêu kết và phương pháp đồ thị cho dụng cụ cắt không có lớp phủ với nền Cacbit thiêu kết để xác định mối quan hệ giữa tuổi bền của dụng cụ cắt và điều kiện cắt. Sau đó chúng tôi sẽ đánh giá năng suất khi gia công kim loại màu.

2. TÌM MỐI QUAN HỆ GIỮA T VÀ ĐIỀU KIỆN CẮT (T, V, S) BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH THỰC NGHIỆM CỦA BOX VÀ HUNTER CHO DỤNG CỤ CẮT CÓ PHỦ LỚP KIM CƯƠNG TRÊN NỀN CACBIT ĐƯỢC THIÊU KẾT

Kết quả được thử nghiệm cho nhôm cán, ở đây ta sử dụng dụng cụ cắt được phủ một lớp kim cương, dụng cụ cắt được sản xuất bởi hãng Sandvik Coromant và thử nghiệm trên máy tiện CNC EMCO TURN 155



Thử nghiệm của phương pháp này như sau: Chọn thông số tối ưu (ký hiệu y là tuổi bền dụng cụ T). Vật liệu gia công là nhôm cán (Ký hiệu là A199,60 theo TCVN). Các yếu tố ảnh hưởng lên thông số tối ưu là: Vận tốc cắt V ký hiệu là x1, lượng tiến dao s ký hiệu là x2, chiều sâu cắt t ký hiệu x3. Các thông số về điều kiện cắt được chọn theo nhà sản xuất. Giá trị của các thông số như bảng sau:

Bảng 1

Thông số	Mức			Khoảng thay đổi
	Cao	Cơ bản	Thấp	
x1 (m/pht)	350	300	250	50
x2 (mm/vjing)	0,3	0,2	0,1	0,1
x3 (mm)	2,5	2	1,5	0,5

Phương trình hồi quy mẫu:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

Ma trận thực nghiệm như sau:

Bảng 2

STT	x0	x1	x2	x3	x12	x13	x23	x12	x22	x32	y
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	59
2	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	41
3	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	42
4	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	34
5	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	63
6	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	47
7	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	42
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	27
9	+	-1,682	0	0	0	0	0	2,828	0	0	40
10	+	+1,682	0	0	0	0	0	2,828	0	0	25
11	+	0	-1,682	0	0	0	0	0	2,828	0	55
12	+	0	+1,682	0	0	0	0	0	2,828	0	24
13	+	0	0	-1,682	0	0	0	0	0	2,828	66
14	+	0	0	+1,682	0	0	0	0	0	2,828	33
15	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
16	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
17	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
18	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
19	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
20	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59

Xác định hệ số của phương trình hồi quy như sau:

$$\sum_{i=1}^N y_i = 907 \Rightarrow \bar{y}_i = 45,35$$

$$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 y_i = 538,82 + 578,412 + 634,972 = 1752,204$$

$$\sum_{i=1}^N x_{1i} y_i = -82,2; \sum_{i=1}^N x_{2i} y_i = -117,08; \sum_{i=1}^N x_{3i} y_i = -52,04$$

$$\sum_{i=1}^N (x_1 x_2)_i y_i = 11; \sum_{i=1}^N (x_1 x_3)_i y_i = -5; \sum_{i=1}^N (x_2 x_3)_i y_i = -17$$

Các hệ số của phương trình hồi quy xác định theo công thức như sau:

$$b_0 = a_1 \sum_{i=1}^N y_i - a_2 \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 y_i$$

$$b_j = a_3 \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 \quad j=1:k$$

$$b_{jl} = a_4 \sum_{i=1}^N x_{ji} x_{li} y_i \quad l \neq j; j, l = 1:k$$

$$b_{jj} = a_5 \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 y_i + a_6 \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 y_i - a_7 \sum_{i=1}^N y_i$$

$$s_{b_0}^2 = a_1 s_{th}^2; s_{b_j}^2 = a_3 s_{th}^2; s_{b_{jl}}^2 = a_4 s_{th}^2; s_{b_{jj}}^2 = (a_5 + a_6) s_{th}^2$$

Giá trị của các hằng số được cho ở bảng sau:

Bảng 3

<i>k</i>	<i>N</i>	α	<i>n0</i>	<i>a1</i>	<i>a2</i>	<i>a3</i>	<i>a4</i>	<i>a5</i>	<i>a6</i>	<i>a7</i>
2	13	1,414	5	0,2	0,1	0,125	0,25	0,1251	0,0187	0,1
3	20	1,682	6	0,1663	0,0568	0,0732	0,125	0,0625	0,0069	0,0568
4	31	2,00	7	0,1428	0,0357	0,0417	0,0625	0,0312	0,0037	0,00357

$$a1 = 0,1663; a2 = 0,0568; a3 = 0,0732; a4 = 0,125; a5 = 0,0625; a6 = 0,0069; a7 = 0,0568$$

$$\Rightarrow b0 = 0,1663 \times 907 - 0,0568 \times 1752,204 = 51,308$$

$$b1 = -6,017; b2 = -8,570; b3 = -3,809; b12 = 1,375; b13 = -0,625; b23 = -2,125;$$

$$b11 = -5,751; b22 = -3,276; b33 = -0,258$$

Phương sai:

$$s_{th}^2 = \frac{\sum_{u=1}^{n_0} (y_u^0 - \bar{y}^0)^2}{n_0 - 1}$$

$$\bar{y}^0 = 51,5; \Rightarrow \sum_{u=1}^{n_0} (y_u^0 - \bar{y}^0)^2 = 323,5$$

$$\Rightarrow s_{th}^2 = \frac{323,5}{5} = 64,7$$

$$\Rightarrow s_{b_0}^2 = 10,759; s_{b_j}^2 = 4,736; s_{b_{j_1}}^2 = 8,08; s_{b_{j_2}}^2 = 4,49$$

Ta kiểm tra tính quan trọng của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student:

$$t_j = \frac{|b_j|}{s_{b_j}}$$

$$\Rightarrow t_0 = 15,642; t_1 = 2,765; t_2 = 3,938; t_3 = 1,750; t_{12} = 0,484; t_{13} = 0,219; t_{23} = 0,747$$

$$t_{11} = 2,714; t_{22} = 1,546; t_{33} = 0,122$$

Tra bảng ta được: tp(f) với p = 0,05; f = 5 \Rightarrow tp(f) = 2,57

Các giá trị t3, t12, t13, t23, t22, t33 < tp(f), do đó các hệ số: b22, b3, b12, b13, b23, b33 được loại bỏ trong phương trình hồi quy. Phương trình hồi quy được thiết lập như sau:

$$\hat{y} = 51,308 - 6,017x_1 - 8,57x_2 - 5,751x_1^2 \quad (2)$$

Vì hệ số b33 trong phương trình hồi quy có dạng bậc 2, nên ta phải tính lại các hệ số quan trọng theo phương pháp bình phương cực tiểu:

$$20b_0 + 0b_1 + 0b_2 + 13,656b_{11} = 907$$

$$0b_0 + 13,656b_1 + 0b_2 + 0b_{11} = -82,2$$

$$0b_0 + 0b_1 + 13,656b_2 + 0b_{11} = -117,08$$

$$13,656b_0 + 0b_1 + 0b_2 + 24b_{11} = 538,82$$

Giải hệ phương trình trên ta được:

$$b_0 = 49,093; b_1 = -6,019; b_2 = -8,573; b_{11} = -5,483$$

Do đó, phương trình hồi quy nhận được là:

$$\hat{y} = 49,093 - 6,019x_1 - 8,573x_2 - 5,483x_1^2 \quad (3)$$

Để đánh giá tính tương thích của phương trình hồi quy so với thực nghiệm, ta phải xác định biến s_{tt}²

$$s_{tt}^2 = \frac{S_{du} - S_{th}}{f}; f = N - 1 - (n_0 - 1)$$

$$S_{du} = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2 = 3128,55$$

$$S_{th} = \sum_{u=1}^{n_0} (y_u^0 - \bar{y}^0)^2 = 323,5$$

$$\Rightarrow s_{th}^2 = 255$$

Giá trị tính toán theo tiêu chuẩn Fisher: $F = \frac{s_{th}^2}{s_{tt}^2} = 3,94$

Tra bảng ta được: $F_{1-p}(f_1, f_2) = F_{95\%}(11,5) = 4,73$

[1]. $F < F_{1-p}(f_1, f_2)$. Do đó phương trình tương thích với thực nghiệm.

Để đánh giá kết quả tìm được một cách dễ dàng, chúng ta chuyển phương trình từ dạng (x_1, x_2, x_3) sang dạng tọa độ tự nhiên (V, s, t)

$$x_1 = \frac{V - V_0}{\Delta V}; x_2 = \frac{s - s_0}{\Delta s}; x_3 = \frac{t - t_0}{\Delta t}$$

Ở đây: V_0, s_0, t_0 là các giá trị của các yếu tố ở mức cơ bản; $\Delta V, \Delta s, \Delta t$ là khoảng thay đổi của các yếu tố.

Do đó:

$$x_1 = \frac{V - 300}{50}; x_2 = \frac{s - 0,2}{0,1}; x_3 = \frac{t - t_0}{0,5}$$

Thay vào phương trình (3) ta được:

$$T = 49,093 - 6,019 \left(\frac{V - 300}{50} \right) - 8,573 \left(\frac{s - 0,2}{0,1} \right) - 5,483 \left(\frac{V - 300}{50} \right)^2 \quad (4)$$

Trường hợp cắt thô:

Chiều sâu cắt : $t = 2\text{mm}$

Lượng tiến dao: $s = 0,2 \text{ mm/vòng}$.

Không sử dụng dung dịch làm nguội.

Thay vào phương trình (4) ta được: $T = 29 \text{ phút}, V = 372 \text{ m/phút}$.

2. TÌM QUAN HỆ GIỮA TUỔI BỀN DỤNG CỤ VÀ ĐIỀU KIỆN CẮT (T, S, V) (SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỒ THỊ CHO DỤNG CỤ KHÔNG CÓ LỚP PHỦ VỚI NỀN CACBIT THIÊU KẾT)

Mục tiêu là so sánh năng suất cắt giữa dụng cụ có lớp phủ và dụng cụ không có lớp phủ. Vì máy CNC được sử dụng không trang bị bộ phận làm nguội nên chúng tôi tiến hành gia công với cùng chiều sâu cắt, lượng ăn dao, tuổi bền của dụng cụ và không sử dụng dung dịch làm nguội. Chúng ta sẽ tiến hành thử nghiệm cho dụng cụ không có lớp phủ theo công thức Taylor trong cùng điều kiện như nhau. Sau đó, ta sẽ so sánh năng suất cắt.

Công thức thực nghiệm của Taylor cho vật liệu dụng cụ cắt (Cacbit Wonfram WC)

$$V_1 T_1^n = V_2 T_2^n = V_3 T_3^n = C$$

Trong đó:

V là vận tốc cắt (m/phút)

T là tuổi bền của dụng cụ (phút)

T1, T2, T3 là tuổi bền khi cắt với vận tốc V1, V2, V3

C là hằng số phụ thuộc vào vật liệu gia công, vật liệu dụng cụ cắt, chiều sâu cắt, lượng tiến dao, và những điều kiện cắt khác

n là số mũ thể hiện mức độ ảnh hưởng của vận tốc cắt lên tuổi bền của dụng cụ. Số mũ n phụ thuộc vào các yếu tố như C, độ mòn dụng cụ.

Thực nghiệm:

Cắt thô:

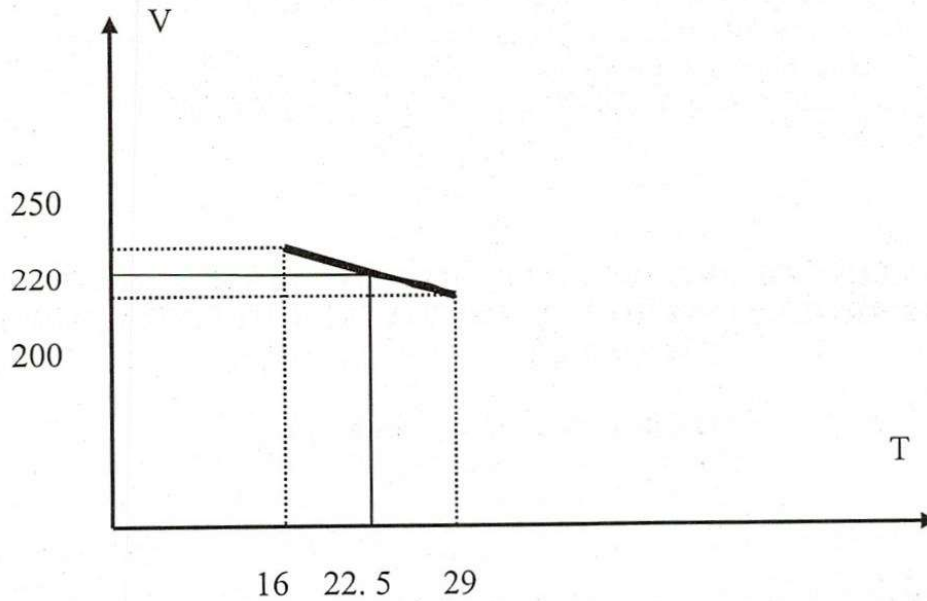
- + Chiều sâu cắt $t = 2\text{mm}$
- + Lượng tiến dao $s = 0,2\text{ mm/vòng}$.
- + Không sử dụng dung dịch trơn nguội.

Để xác định tuổi bền của dụng cụ, ta sẽ tiến với các vận tốc cắt khác nhau. Kết quả thực nghiệm như sau:

Bảng 4

STT	Hệ số C_v	$V(\text{m/phút})$	$T(\text{phút})$	n
1	707	250	16	0,375
2		230	19,9	
3		220	22,5	
4		200	29	

Khi ta chuyển mối quan hệ giữa T và V sang hệ tọa độ Logarit, ta sẽ nhận được một đường thẳng. Từ đồ thị, ta xác định được $\lg 20,50$; $\text{tg} = 0,375$



Hình 1. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa V và T trong hệ tọa độ Logarit.

3. SO SÁNH NĂNG SUẤT CẮT

- + Sử dụng dụng cụ cắt có mảnh hợp kim chấp của hãng Sandvik
- + Chiều sâu cắt $t = 2\text{mm}$
- + Lượng tiến dao $s = 0,2\text{mm/vòng}$.

+ Tuổi bền của dụng cụ có lớp phủ là $T_p = 29$ phút, tốc độ cắt đạt được là 372 m/phút, chiều dài cắt mà dụng cụ có lớp phủ đạt được là :

$$L_p = V_p.T_p = 372.29 = 10788 \text{ (m)}$$

+ Tuổi bền của dụng cụ cắt không có lớp phủ là $T_p = 29$ phút, tốc độ cắt đạt được là 200 m/phút [5, trang 539], chiều dài cắt mà dụng cụ không có lớp phủ đạt được là:

$$L = V.T = 200.29 = 5800 \text{ (m)}$$

Từ đây, ta thấy rằng chiều dài cắt của dụng cụ có lớp phủ lớn hơn chiều dài cắt của dụng cụ không có lớp phủ là 4988m. Điều này có nghĩa là năng suất của dụng cụ có lớp phủ lớn hơn dụng cụ không có lớp phủ là 1,86 lần.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã xác định mối quan hệ giữa tuổi bền của dụng cụ và điều kiện cắt theo hàm số $T = f(V, s, t)$ bằng công thức thực nghiệm cho dụng cụ cắt có phủ một lớp kim cương và mối quan hệ giữa tuổi bền của dụng cụ và điều kiện cắt theo hàm số $T = f(V)$ bằng phương pháp đồ thị cho dụng cụ cắt không có lớp phủ. Đồng thời chúng tôi cũng đã so sánh năng suất gia công giữa dụng cụ cắt có lớp phủ và không có lớp phủ. Từ đó chúng ta thấy rằng năng suất gia công của dụng cụ cắt có lớp phủ lớn hơn năng suất gia công của dụng cụ cắt không có lớp phủ là gần 2 lần. Tuy nhiên, để đạt được độ chính xác cao bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm thì đòi hỏi khối lượng tính toán rất lớn và số lần thử nghiệm phải tăng lên. Và chỉ có thể đánh giá bằng cách ứng dụng các phần mềm tính toán. Ở đây, chúng tôi chỉ sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm Box and Hunter để xác định mối quan hệ giữa tuổi bền của dụng cụ và điều kiện cắt khi tiện, từ đó đánh giá năng suất gia công của dụng cụ có lớp phủ. Ngoài ra, phương pháp này còn có thể sử dụng để xác định mối quan hệ giữa tuổi bền của dụng cụ và điều kiện cắt cho các dụng cụ có lớp phủ khác khi thực hiện các nguyên công như: phay, khoan, ren, ...

APPRECIATION OF PRODUCTIVITY REMOVE MATERIAL BY TURNING NON-FERROUS MATERIAL WITH COATED CUTTING TOOLS AND UNCOATED CUTTING TOOLS

Tran Doan Son(1), Ly Chanh Trung(2)

(1)University of Technology, VNU-HCM

(2)Cao Thang Technical College, HCMC

ABSTRACT: Recently years, the result of researches on new cutting tools have been applied more and more in practically. Especially, coated cutting tools contribute more than 80% on the world of cutting tools and are applied largely in production, productivity in machining field has increased considerably, high machining productivity achieves with considerable advances of equipments as well as new technologies. In there, we can't help telling the kinds of new cutting tool which are born. However scientific researches relate to appreciate and compare machining productivity for different materials very little, it hasn't been got more researches. Therefore, to appreciate cutting material productivity of different cutting tools. We must appreciate at the same condition of tool life. For this purpose, we must define the relation between tool life and cutting condition first. Moreover this appreciation of

cutting productivity will solve two problems such as on the one hand serving production in practice , on the other hand serving training. Accordingly in this article, we present experimental planning method of Box and Hunter to appreciate cutting material productivity of coated tool.

Keywords: *cutting tool; coated cutting tool; tool life; cutting condition; experimental planning method*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Cảnh, *Quy hoạch thực nghiệm*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp.HCM, (2004).
- [2]. Lê Công Dưỡng, *Vật liệu*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, (1997).
- [3]. Nguyễn Ngọc Dao, Trần Thế San, Hồ Viết Bình, *Điều kiện cắt trong gia công*, Nhà xuất bản Đà Nẵng, (2002).
- [4]. George Schneider, Jr., *Cutting tool Applications*, www.toolingandproduction.com.
- [5]. Mikell P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc Second Edition, (2004).