



NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT CHI TIẾT KHI TIỆN THÉP KHÔNG GỈ SUS304 TRÊN MÁY TIỆN CNC HAAS – ST20

Vũ Trọng Nghĩa¹, Đới Minh Tiến²

Ngày nhận bài: 14/4/2023

Ngày chấp nhận đăng: 25/5/2023

Tóm tắt: Bài báo này trình bày phương pháp nghiên cứu tác động của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết khi tiện thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC HAAS-ST20; Đã gia công tiện thực nghiệm và đánh giá chất lượng các bề mặt với các chế độ cắt khác nhau. Trên cơ sở đó tác giả đã lựa chọn được chế độ cắt hợp lý nhất trong miền thực nghiệm để đạt được độ nhám bề mặt gia công R_a tốt nhất.

Từ khóa: Chế độ cắt, độ nhám bề mặt chi tiết, công nghệ tiện CNC, thép không gỉ SUS304, máy tiện CNC HAAS-ST20.

IMPACT RESEARCH OF CUTTING CONDITIONS TO SURFACE ROUGHNESS OF SUS304 STAINLESS STEEL TURNING PART ON HAAS-ST20 CNC LATHE

Abstract: This paper presents impact research methods of cutting conditions to surface roughness of SUS304 stainless steel turning part on HAAS-ST20 CNC lathe machine; Experimental turning and evaluating the quality of surfaces with different cutting modes. On that basis, the author has selected the most reasonable cutting conditions in the experimental domain to achieve the best roughness of the machined surface R_a .

Keywords: Cutting condition, detailed surface roughness, CNC turning technology, SUS304 stainless steel, HAAS-ST20 CNC lathe.

1. Đặt vấn đề

Công nghệ gia công cắt gọt kim loại trên máy điều khiển số được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực đào tạo, trong ngành cơ khí chế tạo máy, trong công nghiệp và an ninh quốc phòng. Các máy CNC (Computer Numerical Control) hiện nay có một máy tính để thiết lập các chương trình điều khiển các chức năng dịch chuyển của máy để thực hiện quá trình tạo hình chi tiết. Với sự hỗ trợ của hệ thống máy tính và các phần mềm thiết kế, tính toán thì việc tạo hình sản phẩm đã trở nên dễ dàng hơn nhiều so với trước. Tuy vậy để tạo ra sản phẩm đạt yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo năng suất và chất lượng thì việc tính toán chế độ công nghệ và lựa chọn dụng cụ gia công phù hợp vẫn là yếu tố tiên quyết cho mọi phương án gia công;

Mỗi loại vật liệu có các điều kiện công nghệ khác nhau sẽ tương ứng với những chế độ công nghệ khác nhau. Vật liệu thép không gỉ SUS304 là một loại thép hợp kim có tính chống ăn mòn vật lý và hóa học khá tốt. Độ cứng và độ dẻo của thép SUS304 tương đối cao so với các hợp kim thông thường, có khả năng giữ ổn định về độ bền cơ học, khả năng chống oxy hóa trong điều kiện làm việc nhiệt độ cao, ứng dụng tốt trong các ngành sản xuất thiết bị cơ khí, nhưng độ cứng và độ dẻo của thép quá cao cũng là một nhược điểm trong gia công cắt gọt;

¹ Trường Cao đẳng Cơ Điện Xây dựng Việt Xô; Email: vutrongnghia.vietxo@gmail.com

² Trung tâm GDNN-GDTX huyện Nghĩa Hưng



Dựa trên các kết quả nghiên cứu trong nước và ngoài nước đã công bố, cơ sở khoa học của công nghệ gia công cắt gọt kim loại trên máy tiện CNC, ... tác giả đã thiết lập quy trình gia công các chi tiết thực nghiệm trên máy tiện CNC HAAS-ST20 để đưa ra bộ thông số chế độ cắt phù hợp nhất với vật liệu gia công là thép không gỉ SUS304. Đặc trưng của đề tài nghiên cứu này, tác giả tập trung nghiên cứu lựa chọn vật liệu và thiết kế quy trình công nghệ phù hợp với các chế độ cắt khác nhau để tiện thử nghiệm và đánh giá chất lượng bề mặt chi tiết sau khi gia công.

2. Nghiên cứu các thông số, phương pháp xử lý số liệu và quy mô của hệ thống thực nghiệm

2.1. Các thông số cơ bản của hệ thống thực nghiệm

2.1.1. Sai lệch profin trung bình cộng R_a

Theo [1], [5] Sai lệch profin trung bình cộng (R_a) là trị số trung bình của khoảng cách từ các đỉnh trên đường nhấp nhô tế vi tới đường trung bình, đo theo phương pháp tuyến với đường trung bình.

$$\text{Tính gần đúng } R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|;$$

$$\text{Tính chính xác } R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y_i| dx$$

Trong đó: Y_i - là tung độ của profin đo được từ đường thẳng chuẩn
 n - là số lượng tung độ của profin được đo
 l - Chiều dài chuẩn.

2.1.2. Chiều sâu cắt a (mm)

Theo [2], [9] chiều sâu cắt là chiều dày vật liệu được bóc đi trong một lần chuyển dao, đo theo phương vuông góc với bề mặt gia công. $a = \frac{D-d}{2}$

Trong đó: D - là đường kính bề mặt chưa gia công (mm)
 d - là đường kính bề mặt đã gia công (mm)

Khi tiện mặt đầu, chiều sâu cắt a là kích thước của lớp kim loại bị cắt đi theo phương vuông góc với mặt đầu. Khi tiện lỗ chiều sâu cắt là nửa hiệu đường kính của lỗ sau khi gia công và lỗ trước khi gia công.

2.1.3. Lượng chạy dao S (mm/vòng)

Lượng chạy dao là khoảng dịch chuyển của lưỡi cắt dọc theo phương của chuyển động tịnh tiến sau một vòng quay của chi tiết gia công. Diện tích lớp cắt F là tích số của chiều sâu cắt và trị số lượng tiến dao S : $F = a.S$ (mm²)

2.1.4. Vận tốc cắt V (m/phút)

Vận tốc cắt là quãng đường mà một điểm của dao trên lưỡi cắt dịch chuyển được trong một đơn vị thời gian tính tương đối so với phôi. Tốc độ cắt là một yếu tố quyết định đến công suất cắt, lực cắt, nhiệt cắt và chất lượng bề mặt gia công: $V = \frac{\pi.D.n}{1000}$ (m/ph)

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Qua quá trình phân tích và dựa vào số lượng các thông số cơ bản của hệ thống thực nghiệm tác giả nhận thấy phương pháp Taguchi [3] là phù hợp với mô hình thực nghiệm mà đề tài yêu cầu, do đó tác giả áp dụng phương pháp thực nghiệm Taguchi và phân tích ANOVA (Analysis of Variance - phân tích phương sai) để xử lý số liệu thực nghiệm. Trong đó độ nhám bề mặt $R_a = f(S, V, a)$ từ đó kết luận ảnh hưởng của các yếu tố S, V, a đến độ nhám bề mặt.

2.3. Quy mô thực nghiệm

2.3.1. Vật liệu dùng trong thực nghiệm

Theo [2], [4] SUS304 (ký hiệu theo tiêu chuẩn JIS G4303-91) là mác thép điển hình thuộc họ thép không gỉ một pha austenite, còn gọi là họ thép 18-8 (vì có $\geq 18\% \text{ Cr}$, $\geq 8\% \text{ Ni}$).

Thành phần hóa học và cơ tính thép không gỉ SUS304 được trình bày trong bảng 3.1 và 3.2

Bảng 2.1. Thành phần hóa học của SUS304

Mác thép	Thành phần hoá học, %							
	C _{max}	Mn _{max}	Si _{max}	Cr	Ni	P _{max}	S _{max}	N _{max}
SUS304	0,08	2,00	1,00	18 – 20	8,0-10,5	0,045	0,030	-

Bảng 2.2. Cơ tính của SUS304

Mác thép	Cơ tính				
	Giới hạn bền kéo	Giới hạn chảy	Độ dãn dài	Độ thắt tỷ đối	Độ cứng (HV _{max})
	σ_b min (MPa)	σ_c min (MPa)	δ min (%)	ψ min (%)	
SUS304	520	205	40	60	200

Theo [2], [4] tính chống ăn mòn của thép SUS304 được giải thích là do Cr, Ni, nó có thể điện cực âm lớn, có ái lực mạnh với oxy nên khi tiếp xúc với oxy và các chất có tính chất ăn mòn oxy hóa khác thì trên bề mặt thép nhanh chóng tạo thành lớp màng oxit có cấu trúc chặt xít bám chắc trên bề mặt, biến thép SUS304 trở nên thụ động hóa và có tính chống ăn mòn rất tốt trong nhiều môi trường như: khí quyển, dung dịch axit, bazơ, muối có tính oxy hóa...

Theo [4],[7] thép SUS304 có tính dẻo, dai cao, dễ gia công biến dạng như cán, dập, gò, nguội. Tuy nhiên tính gia công cắt gọt kém do thép SUS304 có tính dẻo dai cao nên khi cắt có hiện tượng bết phoi, lẹo dao ảnh hưởng đến chất lượng gia công.

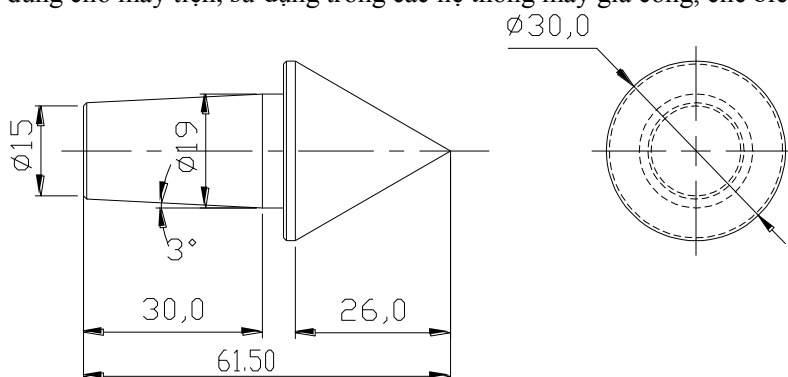
Do có hàm lượng hợp kim cao nên khả năng truyền dẫn nhiệt thấp, khi cắt gọt tại vùng tiếp xúc giữa dụng cụ cắt và phôi nhiệt độ tăng cao và tích tụ là nguyên nhân gây ra hiện tượng mòn dụng cụ cắt do nhiệt.

Mặt khác do tính dẻo cao, trong quá trình cắt gọt tạo ra phoi dầy, khi tốc độ cắt tăng cao, phoi dầy văng hoặc cuốn vào bề mặt chi tiết gia công làm cào xước bề mặt đã gia công.

Theo [7] với hàm lượng Cr ~20% và Ni~10% thép SUS304 được xếp vào nhóm khó gia công thứ III (thép không gỉ và bền nóng), khi cắt gọt thép này ở tốc độ cao xảy ra hiện tượng biến cứng mạnh một lớp vật liệu mỏng trên bề mặt chi tiết, lớp vật liệu này có độ cứng, độ bền cao gây ma sát, sinh nhiệt và mài mòn dụng cụ. Thực tế tốc độ cắt của thép SUS304 bằng 50% tốc độ cắt của thép C45.

2.3.2. Mẫu phôi thực nghiệm

Phôi sử dụng trong thực nghiệm được làm từ vật liệu là thép không gỉ SUS304, có hình dạng và kích thước như hình vẽ, là một sản phẩm thực tế được tác giả thiết kế để sử dụng làm đầu thay thế của bộ mũi chống tâm dùng cho máy tiện, sử dụng trong các hệ thống máy gia công, chế biến gỗ [9].



Hình 2.1. Mẫu chi tiết thực nghiệm

2.2.3. Chế độ cắt dùng gia công chi tiết thực nghiệm [5], [7]

Căn cứ vào cơ sở lý thuyết của quá trình cắt gọt trên kim loại máy tiện CNC, đồng thời căn cứ vào bảng chỉ dẫn dùng chế độ công nghệ của dụng cụ cắt, tác giả thấy rằng để gia công thép không gỉ SUS304 theo giả thuyết đặt ra thì phải khảo sát các thông số trong miền chế độ cắt thực nghiệm như sau:

Bảng 2.3. Bảng giá trị lựa chọn chế độ cắt để thực nghiệm

Thông số công nghệ	Thông số thiết kế	Mức độ thông số công nghệ		
		Thấp (1)	Trung bình (2)	Cao (3)
Vận tốc cắt V (m/phút)	P1	40	45	50
Lượng tiến dao S (mm/vòng)	P2	0,04	0,06	0,08
Chiều sâu cắt a (mm)	P3	0,2	0,4	0,6

3. Nghiên cứu thực nghiệm

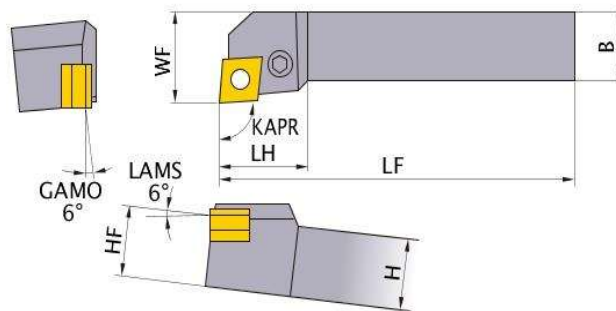
3.1. Hệ thống công nghệ dùng trong thực nghiệm

Máy gia công: sử dụng là loại máy tiện CNC của hãng HAAS, kiểu máy ST20, xuất xứ từ nước Mỹ;



Hình 3.1. Máy tiện CNC mã hiệu HAAS – ST20

Dụng cụ cắt: sử dụng loại dao tiện chuyên dùng cho máy tiện CNC gắn mảnh hợp kim cứng với thông số: PCLNR2525M12, phân cắt sử dụng mảnh dao loại P với số hiệu CNMG 120404EN – NS1/AP2320 của hãng ARNO



Hình 3.2. Thân dao tiện PCLNR2525M12



Hình 3.3. Phần cắt của dao dùng để gia công mẫu thí nghiệm

Dụng cụ kiểm tra độ nhám: sử dụng máy đo độ nhám cầm tay 178-561-01E Mitutoyo có phạm vi đo 17.5 mm, khoảng phát hiện từ -200µm đến +160µm



Hình 3.4. Máy đo độ nhám Mitutoyo 178-561-01E

3.2. Thiết kế quy hoạch thực nghiệm

3.2.1. Lựa chọn chế độ cắt

Cơ sở để lựa chọn dải thông số chế độ cắt xuất phát từ tham khảo các sổ tay tra cứu chế độ cắt, sổ tay công nghệ chế tạo máy [1], [6], [7]. Đối tượng nghiên cứu là gia công tinh thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC mã hiệu HASS – ST20 do đó khoảng khảo sát của các yếu tố V, S, a phải phù hợp với điều kiện gia công, đồng thời đủ lớn để tác động làm thay đổi kết quả đầu ra.

Thực nghiệm tiện thép không gỉ SUS304 bằng dao gấn mảnh hợp kim cứng CNMG120404EN – NS1/AP2320 ta chọn chế độ cắt như sau:

Bảng 3.1. Bảng thông số chế độ cắt cho quá trình công nghệ

Thông số công nghệ	Thông số thiết kế	Mức độ thông số công nghệ		
		Thấp (1)	Trung bình (2)	Cao (3)
Vận tốc cắt V (m/phút)	P1	40	45	50
Lượng tiến dao S (mm/vòng)	P2	0,04	0,06	0,08
Chiều sâu cắt a (mm)	P3	0,2	0,4	0,6

3.2.2. Lựa chọn mảng trực giao và thiết kế ma trận thực nghiệm

Với 3 yếu tố đầu vào (V,S,a), mỗi yếu tố có 3 mức giá trị (thấp, trung bình, cao). Áp dụng phương pháp Taguchi ta lựa chọn sử dụng bảng trực giao có 9 lần thí nghiệm. Tác giả xây dựng ma trận thực nghiệm như sau:

Bảng 3.2. Mảng trực giao và ma trận thực nghiệm [9]

STT	Mảng trực giao		
	V (m/phút)	S (mm/vòng)	a (mm)
1	40	0,04	0,2
2	40	0,06	0,4
3	40	0,08	0,6
4	45	0,04	0,4
5	45	0,06	0,6
6	45	0,08	0,2
7	50	0,04	0,6
8	50	0,06	0,2
9	50	0,08	0,4

3.2.2. Trình tự các bước thực hiện

Các mẫu thí nghiệm được gia công chuẩn bị dưới dạng phôi trụ tròn, tiến hành gá đặt phôi, dụng cụ cắt lên máy tiện CNC và gia công bề mặt côn chính và tiến hành đo kiểm.



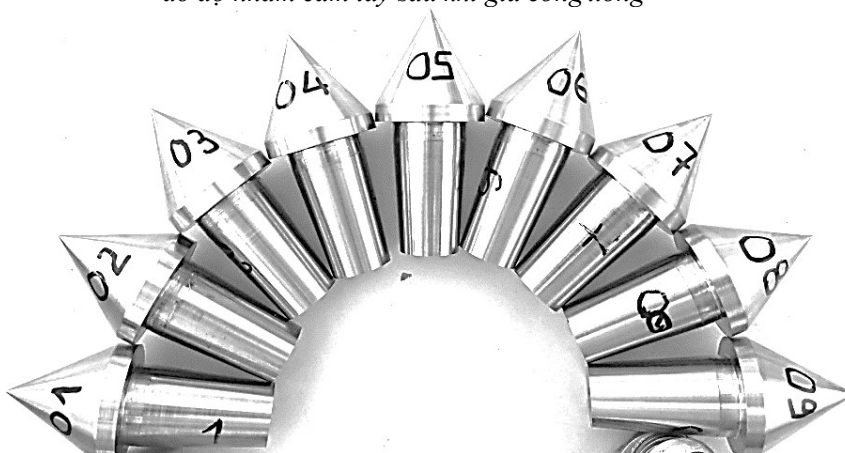
Hình 3.5. Hình ảnh phôi thép SUS304 trước và sau khi gia công bề mặt cần kiểm tra độ nhám



Hình 3.6. Gá đặt và tiến hành gia công bề mặt theo chế độ cắt cho từng mẫu thí nghiệm



Hình 3.7. Hình ảnh quá trình đo kiểm tra độ nhám trực tiếp cho từng mẫu thí nghiệm bằng máy đo độ nhám cầm tay sau khi gia công xong



Hình 3.8. Các mẫu thí nghiệm sau khi gia công hoàn thiện

Quá trình thực nghiệm liên tục qua 9 mẫu chuẩn bị và sau mỗi lần gia công với mỗi chế độ cắt khác nhau tác giả tiến hành đo kiểm và lấy thông số độ nhám bề mặt của mẫu thử đó và thiết lập được bảng sau:

Bảng 3.3. Số liệu thực nghiệm và kết quả đo

STT	V (m/ph)	S (mm/vg)	a (mm)	Giá trị độ nhám R_a (μm)		
				Lần 1	Lần 2	Lần 3
1	40	0,04	0,2	0,236	0,233	0,228
2	40	0,06	0,4	0,318	0,333	0,331
3	40	0,08	0,6	0,503	0,494	0,490
4	45	0,04	0,4	0,270	0,272	0,274
5	45	0,06	0,6	0,457	0,459	0,460
6	45	0,08	0,2	0,484	0,490	0,492
7	50	0,04	0,6	0,221	0,227	0,226
8	50	0,06	0,2	0,341	0,338	0,334
9	50	0,08	0,4	0,504	0,482	0,471

Từ bảng 3.1 đã thiết lập ở trên ta xác định được kết quả đo độ nhám bề mặt chi tiết.

Theo đó tính giá trị trong cột S/N: Yêu cầu sau gia công có độ nhám bề mặt là thấp nhất, ta chọn công thức tính S/N như sau: $S/N = -10\log_{10}(MSD)$

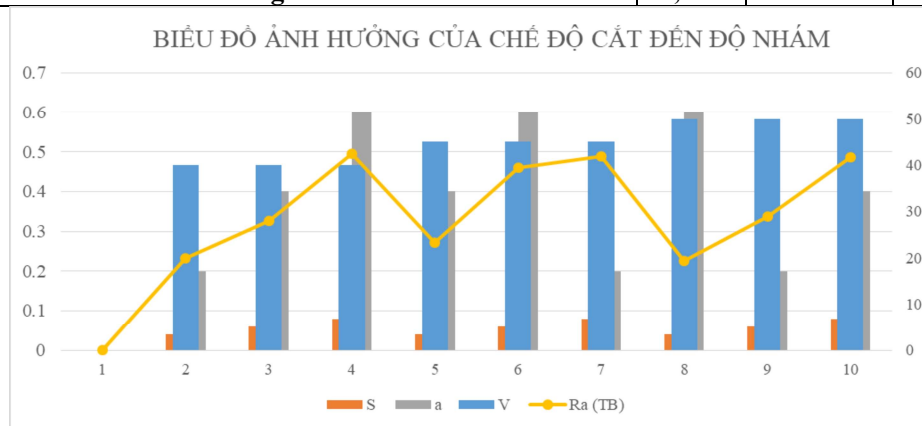
Do kết quả đầu ra càng nhỏ càng tốt nên công thức tính MSD được áp dụng:

$$MSD = (Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2) / N$$

Ta thu được kết quả như sau:

Bảng 3.4. Kết quả đo và số liệu tính toán

TT	V (m/ph)	S (mm/vg)	a (mm)	Giá trị độ nhám R_a (μm)			R_a TB	Bình phương TB (MSD)	S/N
				Lần 1	Lần 2	Lần 3			
1	40	0,04	0,2	0,236	0,233	0,228	0,2323	0,0540	12,6778
2	40	0,06	0,4	0,318	0,333	0,331	0,3273	0,1071	9,7002
3	40	0,08	0,6	0,503	0,494	0,490	0,4957	0,2457	6,0962
4	45	0,04	0,4	0,270	0,272	0,274	0,2720	0,0740	11,3086
5	45	0,06	0,6	0,457	0,459	0,460	0,4587	0,2104	6,7701
6	45	0,08	0,2	0,484	0,490	0,492	0,4887	0,2388	6,2197
7	50	0,04	0,6	0,221	0,227	0,226	0,2247	0,0505	12,9692
8	50	0,06	0,2	0,341	0,338	0,334	0,3377	0,1140	9,4302
9	50	0,08	0,4	0,504	0,482	0,471	0,4857	0,2359	6,2732
Tổng							3,323		81,45



Tại bảng 3.4 ta tính được giá trị S/N trung bình của từng yếu tố tại từng mức

V_i = (tổng tất cả các kết quả với đầu vào là yếu tố V tại mức i)/3;

S_j = (tổng tất cả các kết quả với đầu vào là yếu tố S tại mức j)/3;

a_k = (tổng tất cả các kết quả với đầu vào là yếu tố a tại mức k)/3;

Kết quả được thể hiện trong bảng 3.5

Bảng 3.5. Kết quả tỉ lệ S/N của từng yếu tố tại từng mức

S/N của yếu tố V		
V_1	V_2	V_3
9,491	8,099	9,558

S/N của yếu tố S		
S ₁	S ₂	S ₃
12,32	8,633	6,196
S/N của yếu tố a		
a ₁	a ₂	a ₃
9,443	9,094	8,612

Tương tự ta cũng tính được giá trị độ nhám R_a của từng yếu tố tại từng mức. Kết quả thể hiện trong bảng 3.6

Bảng 3.6. Kết quả độ nhám R_a của từng yếu tố tại từng mức

Độ nhám R _a TB (μm) /3 của yếu tố V tại từng mức		
V ₁	V ₂	V ₃
0,352	0,406	0,349
Độ nhám R _a TB (μm) /3 của yếu tố S tại từng mức		
S1	S2	S3
0,243	0,375	0,490
Độ nhám R _a TB (μm) /3 của yếu tố a tại từng mức		
a1	a2	a3
0,353	0,362	0,393

Phân tích phương sai được dùng để miêu tả quan hệ giữa các thông số chế độ cắt và độ nhám bề mặt R_a.

Bảng 3.9 tổng hợp các kết quả tính toán với công thức tính tổng bình phương như sau:

$$3(m_{j1} - m)^2 + 3(m_{j2} - m)^2 + 3(m_{j3} - m)^2$$

$$m = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \mu_i = 9,0495 \quad \text{Trong đó: } m_{ji} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (n_j)_i$$

Bảng 3.7. Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết theo ANOVA

Thông số	Giá trị trung bình μ của từng cấp độ			Tổng bình phương	Phân bố (%)
	1	2	3		
V(m/ph)	9,491	8,0990	9,5580*	4,0708	6,55%
S(mm/vg)	12,3200*	8,6330	6,1960	57,0363	91,77%
a(mm)	9,4430*	9,0940	8,6120	1,0447	1,68%
Tất cả				62,1518	100%

* Cấp độ tối ưu

Kết quả của các phân tích ANOVA cho các giá trị thông số trong bảng 3.7 chứng tỏ lượng chạy dao S có ảnh hưởng lớn nhất đến độ nhám bề mặt của chi tiết là 91,77%; tiếp đến là Vận tốc cắt V là 6,55%; chiều sâu cắt a ảnh hưởng 1,68%.

Giá trị μ của các cấp độ cho từng thông số được tính toán cụ thể trong bảng 3.7.

Qua phân tích các thông số ở trên ta thấy rằng khi tăng tốc độ từ V₁ đến V₃ thì độ nhám R_a giảm dần.

Khi lượng tiến dao tăng dần từ S₁ đến S₃ thì độ nhám R_a tăng dần và khi chiều sâu cắt a tăng dần từ a₁ đến a₃ thì độ nhám R_a cũng tăng dần.

Theo Taguchi thì giá trị lớn nhất của μ sẽ cho kết quả là tối ưu nhất, do đó các hệ số nên được chọn với cấp độ cao nhất của μ.

Vậy để độ nhám thấp nhất ta chọn các thông số chế độ cắt tối ưu là Vận tốc cắt ở mức cao (mức 3), lượng chạy dao ở mức thấp (mức 1), chiều sâu cắt a ở mức thấp (mức 1).

Chế độ cắt hợp lý là: V=50 (m/ph), S = 0,04 (mm/vòng), a = 0,2 (mm)

Khi đó áp dụng công thức tính giá trị kết quả đầu ra tại điều kiện tối ưu V₃, S₁, a₁:

$$V_3 + S_1 + a_1 - 2 \cdot (T/n) = 0,349 + 0,243 + 0,353 - 2 \cdot (3,323/9) = 0,2074 \text{ (μm)}$$

Tiến hành gia công kiểm chứng với chế độ cắt trên với số lần lặp lại là 3 lần và kết quả đo được độ nhám bề mặt trung bình R_a = 0,2103 (μm)

Bảng 3.8. Độ nhám Ra ứng với chế độ cắt tối ưu

Chế độ cắt tối ưu			Độ nhám R_a (μm)	
$V(m/ph)$	$S(mm/vg)$	$a(mm)$	Theo tính toán	Thực tế
50	0,04	0,2	0,2074	0,2103

4. Kết luận

Bằng nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm đã thiết kế thí nghiệm theo yêu cầu của đề tài: Chọn máy tiện CNC, phôi, dụng cụ cắt và dụng cụ đo, lựa chọn các mảng trục giao và thiết kế ma trận thí nghiệm. Từ đó tổng hợp về nhám bề mặt và các chỉ tiêu đánh giá độ nhám, tiến hành thí nghiệm và đo kiểm độ nhám trên mẫu thí nghiệm. Phân tích dữ liệu, xác định chế độ cắt hợp lý bằng phương pháp Taguchi trong quy hoạch thực nghiệm kết hợp với phân tích phương sai ANOVA.

Bằng việc phân tích và đánh giá kết quả thực nghiệm đảm bảo chính xác hơn mức độ ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt: Đối với độ nhám bề mặt, bước tiến dao ảnh hưởng lớn nhất (91,77%), tiếp đến là vận tốc cắt V (6,55%), chiều sâu cắt a (1,68%). Kết quả nghiên cứu cũng đưa ra được bộ thông số chế độ cắt hợp lý nhằm đạt được độ nhám bề mặt tốt nhất (R_a nhỏ nhất). Trong bài toán cụ thể của đề tài, sau khi thực nghiệm và đánh giá kết quả đã chọn được thông số như sau: $V = 50$ (m/ph), $S = 0,04$ (mm/vg), $a = 0,2$ (mm), thì kết quả độ nhám đạt được $R_a = 0,2103$ (μm).

Quá trình nghiên cứu thực nghiệm cũng cho thấy rằng bước tiến dao S đóng vai trò quan trọng đối với chất lượng độ nhám bề mặt chi tiết. Trong thực nghiệm của đề tài, khi tăng giá trị S thì R_a tăng. Mục tiêu cần đạt được là R_a có giá trị càng nhỏ càng tốt. Từ kết quả nghiên cứu trên tác giả tiến hành khảo sát thực nghiệm trên vật liệu thép không gỉ khác như SUS316, SUS201, SUS430.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bành Tiến Long, Trần Sĩ Túy, Trần Thế Lục (2013), *Nguyên lý gia công vật liệu*. Nhà Xuất bản KHKT, Hà Nội
- [2] Lê Công Dưỡng (1997), *Vật liệu học*, NXB KHKT, Hà Nội.
- [3] Nguyễn Doãn Ý (2009), *Xử lý số liệu thực nghiệm trong kỹ thuật*, NXB Khoa học và kỹ thuật
- [4] Nghiêm Hùng (1997), *Sách tra cứu thép, gang thông dụng*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [5] Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Ninh Đức Tôn, Trần Xuân Việt (2007), *Sổ tay công nghệ chế tạo máy*, NXB KHKT, Hà Nội
- [6] Phạm Văn Bổng (2007), *Nghiên cứu xác định chế độ cắt tối ưu khi gia công mặt trụ ngoài trên máy tiện CNC*, luận án tiến sĩ - ĐHBK Hà Nội
- [7] Nguyễn Chí Công (2017), *Nghiên cứu đặc tính cắt của mảnh dao thay thế nhiều cạnh hợp kim cứng chế tạo tại Việt Nam khi gia công thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC*, luận án tiến sĩ - ĐHBK Hà Nội.
- [8] Trần Văn Định (2008), *Các phương pháp xác định độ chính xác gia công*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [9] Đới Minh Tiến (2021), *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết khi tiện thép không gỉ sus304 trên máy tiện cnc mã hiệu HAAS – ST20*, Luận văn thạc sĩ – ĐH SPKT Nam Định.