

Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến chất lượng bề mặt, độ mòn đá và năng suất gia công khi mài phẳng hợp kim Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN

The method of studying the effect of some technology parameters on surface quality, wheel wear and machining capacity during the surface grinding of Ti-6Al-4V alloy with CBN grinding wheel

Phí Trọng Hùng^{1,*}, Hoàng Văn Gọt², Trương Hoàn Sơn¹

¹Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Viện Nghiên cứu Cơ khí, Bộ Công Thương

*Email: hungpt@epu.edu.vn

Tel: +84-2422185580; Mobile: 0972469621

Tóm tắt

Từ khóa:

CBN; Chất lượng bề mặt; Mài phẳng; Thông số công nghệ, Ti-6Al-4V.

Hợp kim Ti-6Al-4V được biết tới là một vật liệu khó cắt gọt do tính dẫn nhiệt kém, phản ứng hóa học với hầu hết dụng cụ cắt và hóa cứng nhanh khi gia công. Do đó, đá mài CBN được chọn để gia công vật liệu này bởi nó có các tính chất như độ cứng rất cao (chỉ sau kim cương), độ dẫn nhiệt cao, tính chống mài mòn rất tốt và độ bền hóa học tốt. Ngoài ra, quá trình mài phẳng hợp kim Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN cũng cần một chế độ cắt thích hợp và riêng biệt để nâng cao năng suất và chất lượng gia công, giảm độ mòn đá. Nghiên cứu này trình bày tổng quan quá trình mài vật liệu Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN, cơ sở lý thuyết về mài vật liệu hợp kim Titan, đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ tới quá trình mài phẳng chi tiết vật liệu Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN. Kết quả đạt được là xác định được phương pháp nghiên cứu tối ưu bầy đàn (PSO) để tối ưu hóa chế độ cắt khi mài chi tiết vật liệu Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN.

Abstract

Keywords:

CBN; Surface grinding; Surface quality; Technology parameter; Ti-6Al-4V.

Ti-6Al-4V alloy is known as difficult-to-cut material due to its low thermal conductivity, high chemical reactivity with most cutting tools and rapid work hardening during machining. Therefore, CBN grinding wheel is chosen to operate this alloy because of its properties, such as extremely high hardness (only after diamond), high thermal conductivity, extremely high resistance to wearing and high chemical resistance. In addition, a compatible and special cutting condition is required to improve machining capacity and quality, and reduce wheel wear during the surface grinding of Ti-6Al-4V alloy using CBN grinding wheel. The study presents an overview of grinding of Ti-6Al-4V alloy with CBN grinding wheel, a theoretical basis of grinding Titanium alloy, evaluation of the effect of some technology parameters on the surface grinding of Ti-6Al-4V alloy with CBN grinding wheel. As a result, we defined the method to study the particle swarm optimization (PSO) in order to optimize the cutting parameters for the surface grinding of Ti-6Al-4V alloy using CBN grinding wheel.

Ngày nhận bài: 06/07/2018

Ngày nhận bài sửa: 03/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hợp kim Titan là kim loại có chứa hỗn hợp Titan và các nguyên tố hóa học khác. Hợp kim này có độ bền kéo và độ dai rất lớn (ngay cả ở nhiệt độ rất cao). Chúng có trọng lượng nhẹ, tính chống ăn mòn rất tốt và chịu được nhiệt độ khắc nghiệt. Hợp kim Titan thường được sử dụng trong những lĩnh vực cần vật liệu nhẹ và chống ăn mòn tốt như công nghiệp hàng không và y tế (cấy ghép và làm bộ phận giả). Do vậy, việc nghiên cứu xác định chế độ gia công hợp lý để gia công chi tiết vật liệu hợp kim Ti-6Al-4V đạt chất lượng và năng suất là có tính khoa học và thực tiễn rất cao.

2. ĐẶC TÍNH CỦA VẬT LIỆU HỢP KIM TITAN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÚNG ĐẾN TÍNH GIA CÔNG

2.1. Đặc tính của vật liệu hợp kim Titan

Hợp kim titan có độ bền cao (ngay cả ở nhiệt độ cao), trọng lượng nhẹ, tính chống ăn mòn rất tốt và chịu được nhiệt độ khắc nghiệt. Trong đó, Ti-6Al-4V (cấp 5) là hợp kim được sử dụng phổ biến nhất. Thành phần hóa học của nó bao gồm 6% nhôm, 4% Vanadi, 0.25% (lớn nhất) sắt, 0.2% (lớn nhất) Ô-xy, còn lại là Titan. Nói chung, Ti-6Al-4V chịu được nhiệt độ lên đến 400°C. Nó có khối lượng riêng khoảng 4420 kg/m³, mô đun Young 120 GPa, độ bền kéo 1000 MPa.

2.2. Ảnh hưởng của đặc tính vật liệu hợp kim Titan đến tính gia công

Hợp kim Titan có tính dẫn nhiệt kém làm tập trung nhiệt lên lưỡi cắt và mặt cắt của dụng cụ, làm giảm tuổi bền dụng cụ. Hợp kim này thường phản ứng hóa học với các khí Ô-xy, Hydrô, Ni-tơ, làm giảm độ bền mỏi của hợp kim Titan và làm dụng cụ cắt nhanh mòn. Hợp kim Titan hay phản ứng hóa học với vật liệu dụng cụ cắt làm bề mặt gia công bị ăn mòn. Mô đun đàn hồi nhỏ khiến phôi dễ bị uốn cong dưới tác dụng lực cắt, gây ra rung động và giảm độ chính xác gia công. Việc hợp kim này duy trì độ bền và độ cứng khi ở nhiệt độ cao làm lực cắt tăng lên. Sự hóa cứng nhanh của hợp kim Titan làm cho leo dao không hình thành ở mặt trước dao, phoi tạo ra trượt theo đỉnh dao, khiến bề mặt dao xây xát và tăng nhiệt độ truyền vào mũi dao.

3. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẶC TÍNH HỢP KIM TITAN ĐẾN CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG KHI MÀI PHẪNG CHI TIẾT VẬT LIỆU TI-6AL-4V BẰNG ĐÁ MÀI CBN

3.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

Tianyu Yu et al. [5] (2017), “Experimental and modeling characterization of wear and life expectancy of electroplated CBN grinding wheels” đã xác định độ mòn và tuổi bền của đá mài CBN một lớp mạ điện Nickel dựa trên thay đổi hình dáng hình học bề mặt đá sau khi mài hợp kim Inconel 718. Bằng phương pháp thực nghiệm kết hợp với mô hình toán học, nghiên cứu đã xác định được ứng suất trên các hạt mài do sốc nhiệt sinh ra lớn gấp 3-5 lần ứng suất do lực cắt cơ học sinh ra.

Chen-Wei Dai et al. [6] (2017), “Grinding temperature and power consumption in high speed grinding of Inconel 718 nickel-based superalloy with a vitrified CBN wheel” đã tiến hành thí nghiệm mài cao tốc hợp kim nền Nickel Inconel 718 bằng đá mài CBN thủy tinh hóa. Bằng phương pháp thực nghiệm, tác giả khảo sát ảnh hưởng của vận tốc quay đá mài đến nhiệt độ cắt, lực cắt và công suất cắt. Vận tốc quay của đá khi mài Inconel 718 được tối ưu là 100–120 m/s trong điều kiện thí nghiệm đã cho.

Arnab Kundu et al. [7] (2018), “Grinding Titanium grade 1 alloy with an alumina wheel using soap water”, đã phân tích và so sánh hiệu quả của việc sử dụng dung dịch làm mát là nước xà phòng kiềm theo hai cách là nhỏ giọt và phun cao tốc khi mài Titan cấp 1 (Titan thương mại tinh khiết 99,2%) bằng đá mài ô xit nhôm. Bằng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm, kết quả chỉ ra rằng, sử dụng vòi phun nước xà phòng sẽ tạo ra lực tiếp tuyến nhỏ, chất lượng bề mặt chấp nhận được, và độ nhám bề mặt thấp hơn.

3.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Hoàng Văn Điện et al. [3] (2007), “Nghiên cứu quá trình mòn của đá mài và ảnh hưởng của nó đến chất lượng bề mặt chi tiết khi mài phẳng”, bằng nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm, đã thiết lập được các mô hình toán học mô tả quan hệ giữa mòn đá mài với các thông số chất lượng và các thông số trung gian khác xuất hiện ngay trong quá trình mài.

Trần Thị Vân Nga et al. (2017), “Nghiên cứu chế tạo và đánh giá khả năng cắt gọt của đá mài CBN liên kết kim loại bằng phương pháp mạ điện”, đã chế tạo thành công đá mài CBN liên kết kim loại bằng phương pháp mạ điện sử dụng công nghệ mài Composite Ni-CBN dùng dung dịch Watts. Bằng phương pháp lý thuyết kết hợp thực nghiệm, đã xác định được khả năng cắt gọt của đá mài CBN chế tạo trong nước.

3.3. Nhận xét

- Từ nội dung mục 3 cho thấy, trên thế giới hiện nay, các tác giả đang quan tâm và nghiên cứu rất nhiều về mài phẳng hợp kim Titan bằng đá mài CBN.

- Các phương pháp nghiên cứu chính được các tác giả sử dụng là nghiên cứu bằng lý thuyết và thực nghiệm.

- Đến thời điểm này, chưa có công trình khoa học nào nghiên cứu sâu về đặc tính quá trình mài phẳng chi tiết hợp kim Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN.

4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

4.1. Khái niệm về chất lượng bề mặt khi mài phẳng

Chất lượng bề mặt là tập hợp nhiều tính chất quan trọng của lớp bề mặt, cụ thể là hình dáng và tính chất cơ lý của lớp bề mặt. Hình dáng của bề mặt gia công được đánh giá bằng độ nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt) và độ sóng bề mặt. Tính chất cơ lý của lớp bề mặt được biểu thị bằng hiện tượng biến cứng lớp bề mặt và giá trị ứng suất dư trong lớp bề mặt.

4.2. Ảnh hưởng của chế độ cắt đến một số thông số của quá trình mài phẳng chi tiết hợp kim Titan bằng đá mài CBN

4.2.1. Tính gia công của hợp kim Titan

Hợp kim Titan có tính dẫn nhiệt kém làm tập trung nhiệt lên lưỡi cắt và mặt cắt của dụng cụ, làm giảm tuổi bền dụng cụ. Hợp kim này thường phản ứng hóa học với các khí Ô-xy, Hydrô, Ni-tơ, làm giảm độ bền mỏi của hợp kim Titan và làm dụng cụ cắt nhanh mòn. Hợp kim Titan hay phản ứng hóa học với vật liệu dụng cụ cắt làm bề mặt gia công bị ăn mòn. Mô đun đàn hồi nhỏ khiến phôi dễ bị uốn cong dưới tác dụng lực cắt, gây ra rung động và giảm độ chính xác gia công. Việc hợp kim này duy trì độ bền và độ cứng khi ở nhiệt độ cao làm lực cắt tăng lên. Sự hóa cứng nhanh của hợp kim Titan làm cho leo dao không hình thành ở mặt trước dao, phoi tạo ra trượt theo đỉnh dao, khiến bề mặt dao xây xát và tăng nhiệt độ truyền vào mũi dao.

4.2.2. Đặc điểm của đá mài CBN

Vật liệu CBN có những tính chất như độ cứng cực cao (chỉ sau kim cương), độ dẫn nhiệt cao, tính chống mài mòn cực tốt, có tính trơ hóa học tốt. Vật liệu này ổn định ở nhiệt độ cao và có thể gia công dễ dàng các chi tiết chứa sắt. Đá mài CBN cứng gần gấp đôi Al_2O_3 và có khả năng chịu nhiệt đến 1371 độ C trước khi vỡ vụn. Nó được dùng để cắt nguội và chịu được hóa chất đối với tất cả các muối vô cơ và hợp chất hữu cơ. Các đá mài này đòi hỏi sự chỉnh sửa rất ít và có khả năng lấy đi lượng dư đều đặn mà không cần bù mòn đá.

4.2.3. Đặc điểm của quá trình mài phẳng chi tiết hợp kim Titan bằng đá mài CBN

Mài phẳng có thể sử dụng theo phương pháp mài bằng đá mài trụ hoặc đá mài mặt đầu. Mài phẳng bằng đá mài trụ được thực hiện khi bàn máy có chuyển động tịnh tiến qua lại hoặc quay tròn. Mài phẳng bằng đá mài mặt đầu (đá chấu) có năng suất cao hơn nhiều so với mài bằng đá trụ vì số hạt mài tham gia đồng thời vào quá trình cắt cao hơn nhiều.

4.2.4. Ảnh hưởng của chế độ cắt đến một số thông số trong quá trình mài phẳng hợp kim Titan bằng đá mài CBN

4.2.4.1. Ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt

Vận tốc vòng của đá tăng làm giảm độ nhám bề mặt. Lượng chạy dao tăng làm cho độ nhám bề mặt tăng. Việc sử dụng các dung dịch trơn nguội cho phép làm giảm độ nhám. Tuy nhiên, nếu dung dịch bôi trơn làm mát bị bẩn, độ nhám bề mặt sẽ tăng. Công thức thực nghiệm để tính độ nhám phụ thuộc vào chế độ cắt như sau: $R_a = ct^x s^y v_w^z$ [3] (trong đó v_w là vận tốc tiến dao dọc của bàn máy, c là hệ số phụ thuộc vật liệu gia công).

4.2.4.2. Ảnh hưởng đến độ biến cứng bề mặt

Khi tăng lực cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng của bề mặt tăng. Nếu kéo dài thời gian tác dụng lực thì làm tăng chiều sâu lớp biến cứng. Khi tăng lượng tiến dao thì mức độ và chiều sâu biến cứng tăng. Vận tốc cắt tăng làm giảm mức độ và chiều sâu lớp biến cứng.

4.2.4.3. Ảnh hưởng đến lực cắt

Lực cắt P_z tăng theo tỉ lệ với bề rộng cắt b và chiều sâu cắt t , tăng ở mức độ thấp hơn đối với chiều dày cắt a và lượng chạy dao S : $P_z = cb^x a^y$ [2] và $P_z = ct^x S^y$ [2] (trong đó c là hệ số phụ thuộc vật liệu gia công). Lực cắt P_z tăng tỉ lệ thuận với độ bền kéo σ_B và độ cứng HB của vật liệu gia công: $P_z = c_v \sigma_B^q$ [2] và $P_z = c_v HB^q$ [2] (trong đó c_v là hệ số phụ thuộc vật liệu gia công). Vận tốc cắt càng tăng thì lực cắt càng giảm. Việc sử dụng dung dịch trơn nguội khi gia công cho phép giảm lực cắt xuống 30%.

4.2.4.4. Ảnh hưởng đến độ mòn đá

Khi vận tốc quay của đá mài tăng, đá sẽ đỡ bị mòn hơn. Chiều sâu mài tăng sẽ làm tăng tốc độ mòn đá. Lượng chạy dao dọc càng lớn thì đá mài càng nhanh mòn. Việc sử dụng dung dịch trơn nguội giúp kiểm soát nhiệt độ vùng mài và giảm tốc độ mòn của đá. Khi tăng vận tốc quay của chi tiết thì đá mòn chậm hơn. Công thức thực nghiệm để tính độ mòn đá phụ thuộc vào chế

độ cắt như sau: $U = ct^x s^y v_w^z$ [3] (trong đó c là hệ số phụ thuộc vật liệu gia công, v_w là vận tốc tiến dao dọc của bàn máy).

4.2.4.5. Ảnh hưởng đến năng suất gia công

Vận tốc quay của đá mài càng lớn thì năng suất gia công càng cao. Khi vận tốc quay của chi tiết tăng thì năng suất gia công tăng. Khi mài thô, chiều sâu mài càng lớn thì năng suất càng cao. Khi lượng chạy dao dọc tăng, năng suất quá trình mài tăng. Sử dụng dung dịch trơn nguội có tác dụng làm tăng năng suất gia công.

Trong thực tế, các đại lượng nói trên chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố cùng lúc chứ không phải chịu ảnh hưởng của từng yếu tố riêng lẻ.

4.3. Giới hạn nghiên cứu

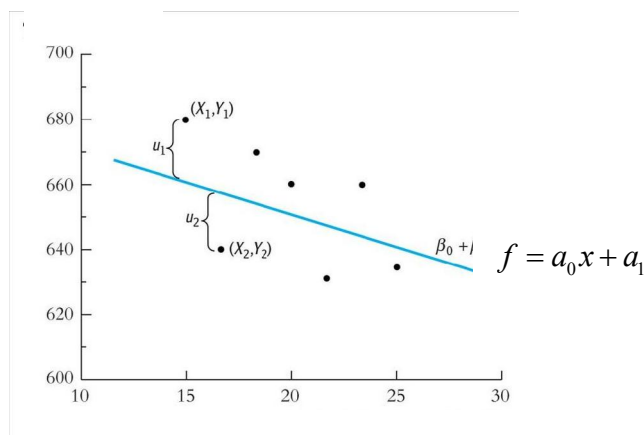
Trong bài báo này chỉ nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt (vận tốc cắt, bước tiến dao dọc, chiều sâu cắt) tới độ nhám bề mặt gia công, độ mòn của đá mài và năng suất gia công.

5. LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

5.1. Phương pháp bình phương nhỏ nhất

Trong toán học, phương pháp bình phương nhỏ nhất (PPBPNN) là một phương pháp tối ưu hóa để lựa chọn một đường khớp nhất cho một dải dữ liệu ứng với cực trị của tổng các sai số thống kê giữa đường khớp và dữ liệu. PPBPNN thường được dùng trong khớp đường cong. Nhiều bài toán tối ưu hóa cũng được quy về việc tìm cực trị của dạng bình phương, ví dụ tìm cực tiểu của năng lượng hay cực đại của entropy.

Trong hình 1 dưới đây, các số liệu thực nghiệm được biểu diễn bằng n điểm (x_i, y_i) . Chúng ta cần tìm một hàm số f thỏa mãn: $f(x_i) \approx y_i$. Giả sử hàm f có thể thay đổi hình dạng, phụ thuộc vào m tham số (a_0, a_1, \dots, a_m) sao cho $f = f(x, a_0, a_1, \dots, a_m)$. Ở đây, hàm số f được biểu thị là một đường thẳng bậc nhất có phương trình $f = a_0 x + a_1$. Các điểm (x_i, y_i) có độ lệch theo phương thẳng đứng so với hàm f tương ứng là $u_i = y_i - (a_0 x_i + a_1)$. Nội dung của phương pháp là tìm giá trị của các tham số a_0, a_1 sao cho biểu thức $S = \sum_{i=1}^n [y_i - (a_0 x_i + a_1)]^2 = \sum_{i=1}^n u_i^2$ đạt cực tiểu.



Hình 1. Biểu diễn số liệu thực nghiệm [8]

Khi đó S sẽ trở thành hàm số của các tham số a_0 và a_1 , điều kiện bình phương nhỏ nhất sẽ là: $\frac{\partial S}{\partial a_0} = 0, \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0$. Trong nghiên cứu này, ta giả thiết y là một trong các thông số đầu ra như năng suất gia công, độ nhám bề mặt hoặc độ mòn đá và x là một trong các thông số chế độ cắt như vận tốc cắt, bước tiến dao dọc hoặc chiều sâu cắt.

5.2. Phương pháp tối ưu hóa bầy đàn PSO

Phương pháp PSO được khởi tạo bằng một nhóm cá thể (nghiệm) ngẫu nhiên và sau đó tìm nghiệm tối ưu bằng cách cập nhật các thể hệ. Trong mỗi thế hệ, mỗi cá thể được cập nhật theo hai giá trị tốt nhất. Giá trị thứ nhất là vị trí tốt nhất mà nó từng đạt được cho tới thời điểm hiện tại, gọi là P_{bestj} . Một nghiệm tối ưu khác mà cá thể này bám theo là nghiệm tối ưu toàn cục G_{best} , đó là vị trí tốt nhất mà quần thể này đạt được cho tới thời điểm hiện tại. Nói cách khác, mỗi cá thể trong quần thể cập nhật vị trí của nó theo vị trí tốt nhất của nó và của cả quần thể tính tới thời điểm hiện tại.

Vận tốc và vị trí của mỗi cá thể được tính như sau:

$$v_j^{k+1} = w.v_j^k + c_1.rand_1().(P_{bestj} - x_j^k) + c_2.rand_2().(G_{best} - x_j^k); x_j^{k+1} = x_j^k + v_j^{k+1}$$

Trong đó x_j^{k+1} : Vị trí nghiệm thứ j tại thế hệ thứ k ; v_j^k : Vận tốc nghiệm thứ j tại thế hệ thứ k ; x_j^{k+1} : Vị trí nghiệm thứ j tại thế hệ thứ $k + 1$; v_j^{k+1} : Vận tốc nghiệm thứ j tại thế hệ thứ $k + 1$; P_{bestj} : Vị trí tốt nhất của nghiệm thứ j ; G_{best} : Vị trí tốt nhất của tất cả các nghiệm; w : hệ số quán tính ($w_{min} = 0,4$ và $w_{max} = 0,9$); c_1, c_2 : các hệ số gia tốc, nhận giá trị từ 1,5 đến 2,5; $rand_1, rand_2$: các số ngẫu nhiên giữa 0 và 1.

Trong nghiên cứu này, hàm mục tiêu là năng suất gia công Q với mong muốn là năng suất gia công cao nhất nhưng vẫn đảm bảo được yêu cầu chất lượng bề mặt và độ mòn đá đề ra. Bài toán được phát biểu dưới dạng tìm bộ thông số chế độ cắt (V, S, t) để hàm $Q = f(V, S, t) \rightarrow Q_{max}$, với các điều kiện biên: $g_1: R_z \leq [R_{z0}]$, $g_2: U \leq [U_0]$, $g_3: V_{min} \leq V$, $g_4: V \leq V_{max}$, $g_5: S_{min} \leq S$, $g_6: S \leq S_{max}$, $g_7: t_{min} \leq t$, $g_8: t \leq t_{max}$.

Thuật toán PSO:

Bước 1: Khởi tạo quần thể

a) Thiết lập các hằng số: k_{max}, c_1, c_2 (trong đó k_{max} là số vòng lặp tối đa)

b) Khởi tạo quần thể nghiệm ngẫu nhiên ban đầu: gồm m vector nghiệm: $x^0 = [x_1^0, x_2^0, \dots, x_j^0, \dots, x_m^0]$, Vector $x_j^0 = [V_j^0, S_j^0, t_j^0]$.

c) Khởi tạo ngẫu nhiên vận tốc nghiệm ngẫu nhiên: $0 \leq v_j^0 \leq v_{max}^0$ với $j = 1, \dots, m$.

d) Đặt $k = 1$;

Bước 2: Tạo nghiệm mới bằng cách cập nhật các thể hệ

Nghiệm mới x_j^{k+1} được tạo ra bằng cách cập nhật thể hệ dựa trên cơ sở nghiệm cũ x_j^k là: $x_j^{k+1} = x_j^k + v_j^{k+1}$ với $v_j^{k+1} = w.v_j^k + c_1.rand_1().(P_{bestj} - x_j^k) + c_2.rand_2().(G_{best} - x_j^k)$.

Trong đó một thành phần của x_j^{k+1} (V, S hoặc t) được thay đổi. Giả sử là S_j^k được chọn thay đổi thì: $S_j^{k+1} = S_j^k + v_j^{k+1}$.

Bước 3: Tối ưu hóa

a) Kiểm tra nghiệm mới x_j^{k+1} có tốt hơn nghiệm cũ x_j^k hay không bằng cách tính giá trị hàm mục tiêu Q tại giá trị nghiệm mới và nghiệm cũ để so sánh. Vị trí của x_j^{k+1} chính là P_{bestj} . Vị trí của x_j^{k+1} có giá trị Q lớn nhất chính là G_{best} .

b) Nếu thỏa mãn tiêu chuẩn hội tụ thì dừng lại rồi thực hiện bước 4.

c) Cập nhật tất cả các vận tốc v_j^k và vị trí x_j^k .

d) Tăng j . Nếu $j > m$ thì đặt $j = 1$, tăng k .

e) Quay trở lại từ bước 3.

Bước 4: Kết thúc.

5.3. Ưu nhược điểm của các phương pháp

5.3.1. Phương pháp bình phương nhỏ nhất

PPBPNN có một số ưu điểm như dễ hiểu và tính toán rất nhanh. Tuy nhiên, nó cũng có những nhược điểm như không thể sử dụng cho các bài toán tối ưu đa mục tiêu trong đó các phần tử riêng lẻ có các giá trị chồng chéo, việc chọn đa thức đúng có thể khó khăn.

5.3.2. Phương pháp tối ưu bầy đàn PSO

Phương pháp tối ưu bầy đàn PSO có một số ưu điểm như có số tham số hạn chế, có thể tạo ra các giải pháp chất lượng cao trong thời gian tính toán ngắn hơn và hội tụ ổn định hơn các phương pháp khác. Tuy nhiên, nó cũng có những nhược điểm như thiếu một nền tảng toán học vững chắc, đòi hỏi thời gian tính toán lâu hơn PPBPNN.

5.3.3. Lựa chọn phương pháp

Do vậy trong nghiên cứu này lựa chọn phương pháp PSO để đánh giá ảnh hưởng của chế độ cắt tới độ nhám bề mặt, độ mòn đá và năng suất gia công khi mài phẳng hợp kim Titan Ti-6Al-4V bằng đá mài CBN. Từ phân tích ưu nhược điểm của hai phương pháp trên cho thấy phương pháp tối ưu bầy đàn PSO có thể tìm được giá trị tốt nhất của nhiều hàm mục tiêu cùng lúc.

6. BÀN LUẬN KHOA HỌC

Nghiên cứu gia công hợp kim Titan Ti-6Al-4V đến nay được các nhà khoa học trên thế giới rất quan tâm, đặc biệt nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt tới chất lượng bề mặt gia công, độ mòn đá và năng suất gia công. Đặc biệt tại Việt Nam chưa có công trình nào nghiên cứu vấn đề này. Để đánh giá toàn diện hơn ảnh hưởng của chế độ cắt tới quá trình mài phẳng bằng đá mài CBN, cần phải nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt (V , S , t) tới độ nhám bề mặt R_a , độ mòn đá U và năng suất gia công Q . Như vậy, đây là bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu. Do đó, lựa chọn phương pháp giải thuật PSO là phù hợp với mục tiêu đặt ra của bài báo.

7. KẾT LUẬN

Từ phân tích nêu trên, có thể rút ra các kết luận như sau:

- Đã phân tích ảnh hưởng của đặc tính hợp kim Titan Ti-6Al-4V đến tính gia công của nó khi mài phẳng bằng đá mài CBN.

- Đã nghiên cứu hai phương pháp bình phương nhỏ nhất và PSO để đánh giá ảnh hưởng của chế độ cắt tới độ nhám bề mặt, độ mòn đá và năng suất gia công.
- Đã lựa chọn phương pháp PSO để đánh giá ảnh hưởng của chế độ cắt tới độ nhám bề mặt, độ mòn đá và năng suất gia công là phù hợp với mục tiêu bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Doãn Ý, 2009. *Xử lý số liệu thực nghiệm trong kỹ thuật*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Trần Văn Địch, 2006. *Nguyên lý cắt kim loại*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Hoàng Văn Điện, 2007. *Nghiên cứu quá trình mòn của đá mài và ảnh hưởng của nó đến chất lượng bề mặt chi tiết khi mài phẳng*, Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [4]. J. Kennedy and R. C. Eberhart, 1995, Particle swarm optimization, *IEEE International Conference on Neural Networks*, vol. 4, pp. 1942-1948.
- [5]. Tianyu Yu, Ashraf F. Bastawros, Abhijit Chandra, 2017. Experimental and modeling characterization of wear and life expectancy of electroplated CBN grinding wheels, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 121, 70–80.
- [6]. Chen-Wei Dai, Wen-Feng Ding, Ye-Jun Zhu, Jiu-Hua Xu, Hai-Wu Yu, 2018. Grinding temperature and power consumption in high speed grinding of Inconel 718 nickel-based superalloy with a vitrified CBN wheel, *Precision Engineering* 52, 192–200.
- [7]. Arnab Kundu, Manish Mukhopadhyay, Sirsendu Mahata, Ayan Banerjee, Bijoy Mandal and Santanu Das, 2018. Grinding Titanium grade 1 alloy with an alumina wheel using soap water, *Procedia Manufacturing* 20, 338–343.
- [8]. econ.boun.edu.tr/ozertan/ec331/ch4.ppt.