

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM NX NÂNG CAO KHẢ NĂNG GIA CÔNG CÁC BỀ MẶT PHỨC TẠP TRÊN MÁY MILL-TURN 4 TRỤC

APPLICATION OF NX SOFTWARE IMPROVES THE CAPABILITY FOR MACHINING COMPLEX SURFACES ON 4 AXIS MILL-TURN MACHINE

Lương Hải Chung*, Nguyễn Thanh Sơn, La Ngọc Tuấn
Khoa Cơ khí Chế tạo, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Trong quá trình gia công các sản phẩm có bề mặt phức tạp, có rất nhiều vị trí khó vào dao (dụng cụ cắt) không thể xử lý bằng tay hay trực tiếp trên máy CNC, do đó việc ứng dụng phần mềm vào quá trình gia công là rất cần thiết. Bài báo này trình bày phương pháp ứng dụng phần mềm NX để tạo đường dẫn dụng cụ tối ưu khi gia công tại các vị trí nguy hiểm (vị trí sâu và hẹp) nhằm khắc phục hiện tượng gãy dụng cụ và giảm thời gian lập trình gia công. Để xây dựng được đường dẫn tối ưu, tác giả đã trực tiếp nghiên cứu máy CNC phay tiện kết hợp 4 trục EmcoTurn E65, ứng dụng phần mềm NX tạo các phương pháp gia công, xuất mã G-Code và trực tiếp kiểm nghiệm, so sánh chương trình gia công trên một số sản phẩm có bề mặt phức tạp. Kết quả này sẽ là cơ sở để tác giả tiếp tục nghiên cứu và ứng dụng đa dạng trên các sản phẩm phức tạp khác, đồng thời sẽ định hướng đưa vào chương trình đào tạo tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh trong tương lai.

Từ khóa: Bề mặt phức tạp; Phay CNC; Máy Mill-Turn; Phần mềm NX.

ABSTRACT

In the process of machining products with complex surfaces, there are many difficult positions for the tool that cannot be handled by hand or directly on a CNC machine, so applying software to the machining process is very necessary. This article presents a method for applying NX software to create optimal tool paths when machining in dangerous locations (deep and narrow locations) to overcome the phenomenon of tool breakage and reduce machining programming time. To build the optimal path, the author directly researched the EmcoTurn E65 4-axis combined milling and turning CNC machine, applied NX software to create machining methods, exported G-Code and directly tested it, compare machining programs on some products with complex surfaces. This result will be the basis for the author to continue research and diverse applications on other complex products, and will be included in the training program at Vinh University of Technical Education in the future.

Keywords: Complex surfaces; CNC milling; Mill-Turn machine; NX software.

1. GIỚI THIỆU

Trong lĩnh vực gia công cắt gọt kim loại, đặc biệt là khuôn mẫu, các bề mặt gia công thường phong phú và phức tạp buộc phải ứng dụng phần mềm để lập trình kết hợp gia công trên máy CNC. Đây là các lĩnh vực được các nhà khoa học trong nước và trên thế giới quan tâm, nghiên cứu. Năm 2019, Hoàng Văn Quy và các đồng nghiệp [1] đã tìm cách tăng năng suất gia công bằng phương pháp phân vùng bề mặt gia công dựa vào hàm Gaussian và thuật toán Freeman khi gia công các bề mặt tự do trên máy CNC 3 trục. Kết quả mô phỏng với bề mặt B-Spline cho thấy phương pháp này kết hợp với sự lựa chọn dụng cụ cắt hợp lý có thể giảm thời gian gia công và độ nhám bề mặt so với phương pháp không phân vùng. Rong Zhang và các đồng nghiệp [2] (2015) đã đề xuất một ý tưởng được gọi là Linear Morphing Cone (LMC) lấy các đường bao của bề mặt gia công làm giới hạn khi gia công các bề mặt của chi tiết Blisk – một bộ phận quan trọng trong động cơ máy bay. Dựa vào LMC, từ đó tìm ra phương pháp hình thành các lớp chạy dao với độ chính xác gia công nhất định. Bằng các thực nghiệm, Rong Zhang và các đồng nghiệp đã sử dụng phương pháp này để tạo ra các lớp chạy dao và kết quả cho thấy các đường chạy dao đồng nhất và đồng dạng với đường bao. M. H. Mohamad and M. N. O. Zahid [3] (2019) đã xây dựng chương trình mô phỏng nhằm cải thiện việc lập trình và mô phỏng quy trình gia công trục thứ 4 trong hệ thống NX CAM. Kết quả bài báo chỉ ra rằng các chương trình được phát triển có khả năng tối ưu hoá quá trình mô phỏng gia công của trục thứ 4 bằng cách giảm thiểu đến mức nhỏ nhất các bước và thời gian lập trình gia công. Lazoglu và các đồng nghiệp [4] (2009) đã nghiên cứu phương pháp tối ưu đường chạy dao khi gia công các bề mặt tự do. Nghiên cứu đã chỉ ra một cách tiếp cận

mới để tạo ra các đường chạy dao được tối ưu hóa cho các bề mặt dạng tự do thường được sử dụng trong các ngành công nghiệp ô tô, hàng không vũ trụ, y sinh, sản xuất thiết bị gia dụng và khuôn mẫu. Phương pháp tối ưu hóa đường chạy dao được phát triển có thể xử lý các mục tiêu khác nhau dưới nhiều ràng buộc. Do hình học dị hướng của các bề mặt dạng tự do, đường chạy dao trở thành một trong những yếu tố quan trọng nhất để xác định lực cắt. Ở đây, khái niệm tạo đường chạy dao với lực tối thiểu được đề xuất và áp dụng cho các bề mặt dạng tự do. Đây là một phương pháp mới nhằm tạo đường chạy dao dựa trên cơ chế xử lý để giảm thiểu lực cắt đến mức nhỏ nhất khi gia công bề mặt tự do bất kỳ. Vedat Savas và cộng sự [5] (2006) đã nghiên cứu độ nhám bề mặt bằng cách tiến hành thực nghiệm gia công phay trên máy Turn-Mill bằng dao End Mill và phôi thép Φ40 làm bằng vật liệu SAE 1050. Sau khi lần lượt thay đổi các thông số đầu vào như chiều sâu cắt, lượng chạy dao dọc trục, số vòng quay của phôi và tiến hành đo độ nhám bề mặt bằng máy MITUTOYO 211, họ đã xây dựng được mối liên hệ của chúng đối với độ nhám bề mặt.

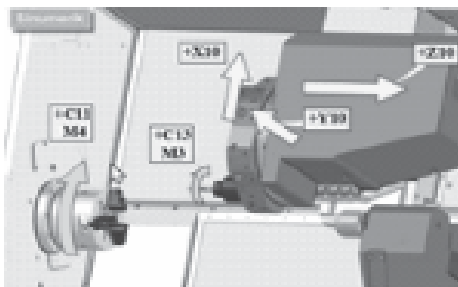
Hiện nay, tại xưởng CNC Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh được trang bị máy CNC Emcoturn E65 4 trục phay tiện kết hợp (sau đây gọi tắt là máy Mill-Turn) (Hình 1) phục vụ quá trình nghiên cứu cũng như đào tạo ngành Công nghệ CNC và Công nghệ kỹ thuật khuôn mẫu; tuy nhiên, các sản phẩm gia công còn đơn giản và quá trình lập trình được thực hiện thủ công, do đó chưa phát huy hết khả năng của máy Mill-Turn.

Trong thực tế, quá trình truyền chương trình gia công vào máy Mill-Turn đòi hỏi phải có phiên bản phần mềm NX và bộ xuất chương trình (bộ post) phù hợp, đồng thời các phương pháp gia công có sẵn trong phần mềm phải đa

dạng, đặc biệt là giai đoạn phá thô, nhằm tiết kiệm thời gian và tăng tuổi thọ cho dụng cụ cắt. Tuy nhiên, phiên bản phần mềm do bên cung cấp máy chỉ định chưa đa dạng về các phương pháp gia công thô trên máy Mill-Turn, đặc biệt khi gia công chi tiết kích thước lớn có bề mặt phức tạp buộc phải chia nhiều vùng nhỏ làm tăng thời gian gia công. Bên cạnh đó, quá trình chia bề mặt chi tiết thành nhiều vùng nhỏ để gia công gây khó khăn trong việc kiểm tra và chạm giữa dụng cụ cắt và vùng vật liệu gia công làm cho dụng cụ cắt dễ bị phá hủy.



a)



b)

Hình 1. Máy EmcoTurn E65: (a) Hình ảnh máy và (b) Các chuyển động chính của máy

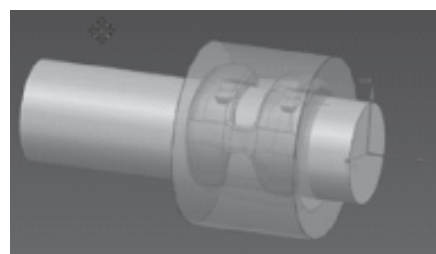
Trong nội dung nghiên cứu này, tác giả đề xuất một phiên bản phần mềm NX phù hợp máy Mill-Turn và ứng dụng phương pháp gia công thô tối ưu để tạo đường dẫn dụng cụ khi gia công các chi tiết có bề mặt phức tạp, khắc phục hiện tượng gãy dụng cụ cắt tại các vùng gia công hẹp và sâu. Các chương trình gia công được tác giả lập trình, sau đó thực hiện gia công trên máy CNC và tiến hành so sánh kết quả giữa các phương pháp với nhau.

2. CƠ CHẾ HÌNH THÀNH ĐƯỜNG DẪN DỤNG CỤ

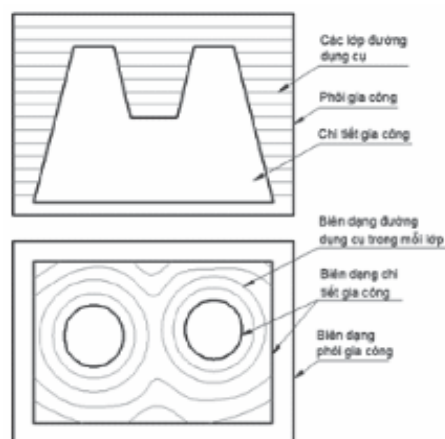
Để xây dựng và phân tích đường dẫn dụng cụ, trong nghiên cứu này, tác giả lựa chọn sản phẩm gia công là mô hình khớp gối nhân tạo (Hình 2) và phôi gia công là phôi hình trụ (Hình 3).



Hình 2. Mô hình khớp gối nhân tạo



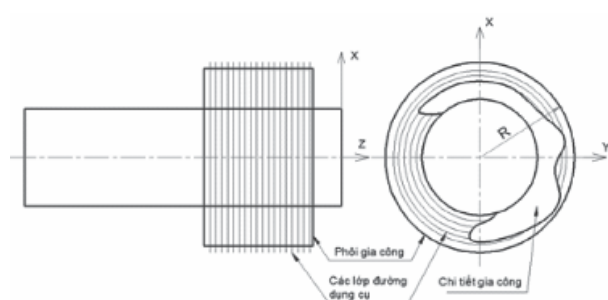
Hình 3. Mô hình 3D phôi và Kích thước phôi



Hình 4. Hình dạng đường dẫn dụng cụ khi gia công phay thô 3D

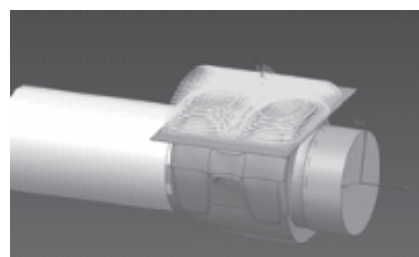
Sau khi thực hiện thử nghiệm các phiên bản khác nhau của phần mềm NX, chúng tôi nhận thấy phiên bản NX-1926 là phù hợp nhất. Đặc biệt, ở phiên bản này đã được nâng cấp thêm một số phương pháp gia công mới linh hoạt và hiện đại hơn, phù hợp với máy Mill-Turn hơn; đặc biệt ở phương pháp gia công thô, đó là phương pháp Multi Axis Roughing. Đối với các phiên bản cũ hơn, quá trình gia công phay thô trên máy Mill-Turn được chia thành nhiều vùng nhỏ và áp dụng các phương pháp gia công phay thô 3 trục, không có phương pháp gia công phay thô trực tiếp cho máy Mill-Turn. Điều này gây nhiều khó khăn trong việc kiểm tra và chạm giữa dụng cụ cắt và vùng vật liệu gia công, đồng thời làm tăng thời gian lập trình gia công. Đường dụng cụ áp dụng phương pháp gia công phay thô 3 trục tạo thành các lớp phẳng 2D song song như Hình 4.

Đối với phiên bản NX-1926, quá trình gia công phay thô trên máy Mill-Turn ứng dụng phương pháp mới Multi Axis Roughing hình thành nên các đường dụng cụ hình tròn đồng tâm (Hình 5), đồng thời nhận diện và cập nhật phôi một cách tự động trong suốt quá trình gia công, tránh được việc bỏ sót phôi trong các góc hẹp gây nên hiện tượng gãy dụng cụ cắt khi thực hiện các nguyên công tiếp theo.



Hình 5. Hình dạng đường dụng cụ khi gia công phay thô bằng phương pháp Multi Axis Roughing

3. TẠO ĐƯỜNG DỤNG CỤ



a)



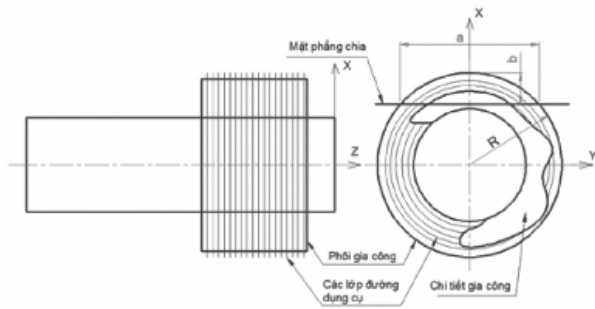
b)

Hình 6a, b. Hình ảnh đường dụng cụ của một vùng gia công trên chi tiết

Để lập trình gia công thô chi tiết trên các phiên bản cũ, tác giả đã chia chi tiết thành 6 vùng gia công, mỗi vùng gia công đều ứng dụng phương pháp gia công phay thô 3 trục (Cavity mill). Khi thực hiện phay thô theo phương pháp 3 trục trên máy Mill-Turn dẫn đến việc hạn chế chuyển động của dụng cụ cắt theo chiều trục Y (hành trình lớn nhất và nhỏ nhất của trục Y là ± 80), do đó nếu chi tiết kích thước càng lớn sẽ phải chia càng nhiều vùng gia công hơn, gây khó khăn trong việc lập trình gia công và kiểm tra và chạm của dụng cụ cắt. Hình ảnh đường dụng cụ của một vùng gia công được minh họa như Hình 6.

Quá trình thực hiện chia vùng gia công cần chú ý đến chiều sâu gia công (b) và chiều rộng gia công (a) (Hình 7), khi giá trị b càng lớn thì giá trị a sẽ càng lớn, do giới hạn chuyển động của dụng cụ cắt theo chiều trục Y nên giá trị a và b bị giới hạn.





Hình 7. Kích thước giới hạn của vùng gia công

Như vậy, nếu kích thước của phôi tròn có bán kính là R , ta có thể ràng buộc giá trị a và b theo công thức (1) và (2) như sau:

$$-80 \leq a \leq +80 \quad (1)$$

$$\left(\frac{a}{2}\right)^2 = R^2 - (R - b)^2 = 2Rb - b^2$$

$$a^2 = 8Rb - 2b^2 \quad (2)$$

$$a = \sqrt{8Rb - 2b^2}$$

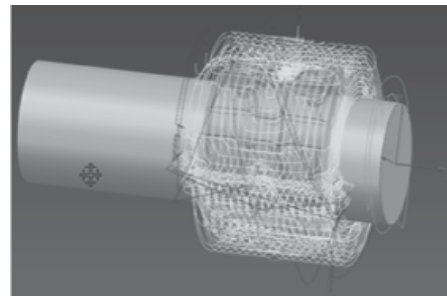
Sau khi lựa chọn các giá trị a và b có tính đến kích thước của dụng cụ cắt, tác giả thực hiện chia chi tiết thành 6 vùng gia công như Hình 8.



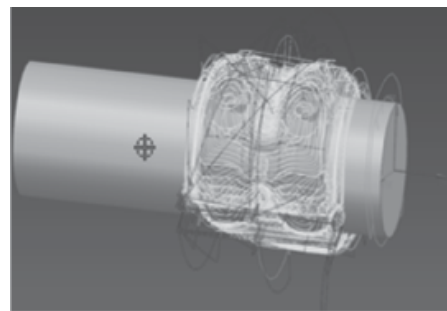
Hình 8. Hình ảnh 6 vùng gia công phay thô trên máy Mill-Turn khi lập trình trên phiên bản NX11

Khi tiến hành gia công thô chi tiết trên phiên bản NX1926 với phương pháp Multi Axis Roughing, trục C của máy Mill-Turn được kích hoạt trong quá trình gia công và dụng cụ cắt chỉ di chuyển trong mặt phẳng ZOY, do đó chuyển động của dụng cụ cắt không bị ràng buộc giới hạn theo trục Y. Đồng thời, quá trình gia công

được tính toán tự động và cập nhật lượng dư, do đó, đối với các vùng hẹp khó gia công nếu dụng cụ cắt không xử lý hết vật liệu gia công thì ở nguyên công tiếp theo có thể thực hiện với dụng cụ cắt có đường kính nhỏ hơn, phần mềm sẽ nhận diện phần vật liệu chưa được gia công để tiếp tục gia công. Để xử lý hết phần vật liệu trong các góc hẹp, tác giả đã sử dụng hai giai đoạn gia công thô, giai đoạn 1 bằng dao phay ngón $\Phi 8$ (Hình 9) và giai đoạn 2 (xử lý phần vật liệu mà giai đoạn 1 chưa gia công trong các góc hẹp) bằng dao phay cầu $\Phi 6$ (Hình 10).



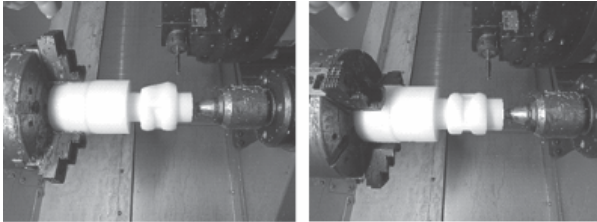
Hình 9. Giai đoạn 1: Gia công thô chi tiết bằng dao phay ngón $\Phi 8$



Hình 10. Giai đoạn 2: Gia công thô chi tiết bằng dao phay cầu $\Phi 6$

Sau khi lập trình gia công bằng cả hai phương pháp, tác giả nhận thấy với phiên bản phần mềm NX1926 đã giảm được đáng kể thời gian lập trình, đồng thời việc kiểm soát va chạm của dụng cụ cắt tốt hơn. Khi tiến hành bằng phiên bản cũ hơn, để kiểm tra va chạm của dụng cụ cắt được tốt nhất cần phải chia rất nhiều vùng gia công và thực tế đã chứng minh

nhiều vị trí gấn dao vì vật liệu quá dày làm ảnh hưởng không tốt đến dụng cụ cắt. Sau đây là một số hình ảnh gia công chi tiết (Hình 11).



Hình 11. Hình ảnh sản phẩm gia công

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo giới thiệu hai phương pháp gia công thô chi tiết có bề mặt phức tạp, thực tế lập trình gia công đã chứng minh phiên bản NX1926 đem lại kết quả tối ưu hơn. Quá trình gia công thô trên phiên bản NX1926 giúp tiết kiệm thời gian lập trình và kiểm soát va chạm tốt hơn. Đây là một kết quả quan trọng trong nghiên cứu đường dẫn dụng cụ, từ đó có thể có những nghiên cứu rộng mở hơn đối với những bề mặt phức tạp như bề mặt tự do trong gia công khuôn mẫu. Đặc biệt, kết quả này sẽ là tài liệu tham khảo nhằm phục vụ quá trình nghiên cứu cũng như giảng dạy tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh. ❖

Ngày nhận bài: **05/3/2024**

Ngày phản biện: **28/3/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Q. H. Van, 2019. “A Study on Partitioning Freeform Surface and Tool Selection Method for 3 axes CNC Machining”. J. Korean Soc. Precis. Vol. 34, p. 7, doi: <https://doi.org/10.7736/KSPE.2017.34.1.000>.
- [2]. R. Zhang, P. Hu, and K. Tang, 2015. “Five-axis finishing tool path generation for a mesh blade based on linear morphing cone”. J. Comput. Des. Eng. Vol. 2, no. 4. pp. 268-275, 2015, doi: 10.1016/j.jcde.2015.06.013.
- [3]. M. H.Mohamad, M. N. O.Zahid, 2019. “Simulation Program for 4th Axis CNC Machiningin NX CAMSystem”. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. Vol.16, Issue 3, pp. 6971-6986.
- [4]. I. Lazoglu, C. Manav, and Y. Murtezaoglu, 2009. “Tool path optimization for free form surface machining”. CIRP Ann. - Manuf. Technol. Vol. 58, no. 1, pp. 101-104, 2009, doi: 10.1016/j.cirp.2009.03.054.
- [5]. Savas V., Ozay C, 2007. “Analysis of the Surface Roughness of Tangential Turnmilling for Machining with End Milling Cutter”. Journal of Materials Processing Technology. 186, 279-283.
- [6]. NX User’s Guide.
- [7]. EmcoTurnE65 User’s Guide.