

Đo hình dạng bề mặt đá mài bằng phương pháp quét laser trung bình

A method in average-laser scanning for measurement shape of grinding wheel

Phùng Xuân Sơn*, Nguyễn Duy Trinh, Đỗ Đức Trung

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: phungxuanson@gmail.com

Tel: 0912548656

Tóm tắt

Từ khóa:

Đo hình dạng đá mài; Hình dạng chi tiết; Hình dạng đá mài; Phương pháp quét laser trung bình.

Chất lượng bề mặt khi gia công bằng phương pháp mài phụ thuộc nhiều vào hình dạng của bề mặt đá. Nếu xác định được đặc điểm của bề mặt đá mài sẽ tạo điều kiện cho quá trình gia công được bề mặt chi tiết máy theo yêu cầu. Nghiên cứu này trình bày phương pháp đo hình dạng bề mặt đá mài bằng phương pháp đo không tiếp xúc sử dụng đầu quét laser. Phương pháp phát hiện chiều cao đo lường bề mặt của phép đo tiến hành với thấu kính chính (thấu kính chủ động) được giữ cố định. Từ kết quả thực nghiệm nhận thấy phương pháp được trình bày trong nghiên cứu này cho phép đo hình dạng bề mặt đá mài với độ chính xác cao.

Abstract

Keywords:

Grinding wheel measurement; Workpiece shape; Grinding wheel shape; Laser scanning method.

Surface quality when machined by grinding depends on the shape of the grinding wheel surface. Therefore, if the characteristics of the grinding wheel surface are determined, it will facilitate the machining of the machine surface as required. This paper presents methods of measuring surface shape of grind wheel by non contact method using laser scanner. The method of detecting the surface height of the measurement conducted with the main lens (active lens) is kept constant. From the experimental results found that the method presented in this study allows the measurement of surface roughness with high accuracy.

Ngày nhận bài: 31/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 10/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

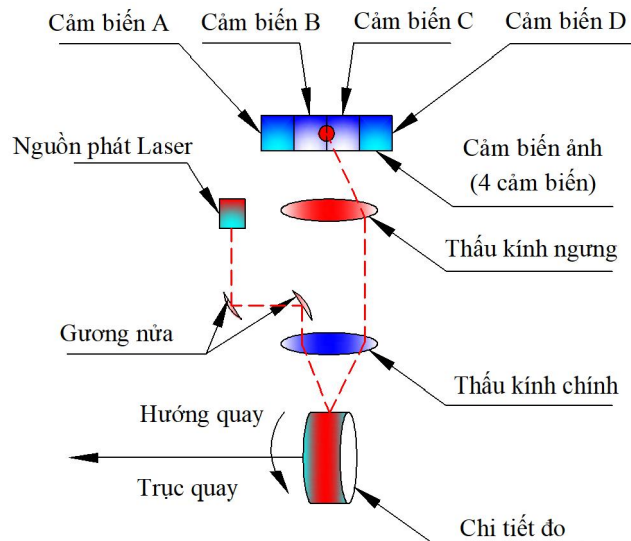
Khi gia công bề mặt chi tiết máy bằng phương pháp mài, chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc nhiều vào hình dạng bề mặt đá mài [1]. Việc dự đoán, kiểm soát hình dạng bề mặt của chi tiết hoàn toàn có thể được thực hiện khi xác định được hình dạng bề mặt đá [2].

Hiện nay đã có một số phương pháp đo hình dạng bề mặt đá bằng tia laser được công bố [3, 4]. Với phương pháp tam giác của Lee và công sự [5] có ưu điểm là việc tiến hành đơn giản nhưng có nhược điểm là không phù hợp để đo chiều cao của phần có độ dốc lớn. Vì vậy rất khó để đo chính xác bề mặt hình dạng của đá mài với các hạt mài có hình dạng phức tạp. Đối với phương pháp sử dụng tia laser tương tự [6] lại có hạn chế ở chỗ để thực hiện tự động lấy nét và đo từng điểm cho phương pháp này, thời gian đo tăng lên với số điểm đo tăng lên. Do đó, để đo chính xác bề mặt không đồng đều như bề mặt mài, cần phải làm ngắn khoảng cách đo, với phương pháp này đòi hỏi một thời gian đo lớn.

Trong nghiên cứu này một phương pháp phát hiện chiều cao sau đo bằng phương pháp quét laser được đề xuất. Nghiên cứu này nhằm mục đích đo chất lượng hình dáng bề mặt ba chiều của đá mài bằng cách sử dụng thiết bị đo bề mặt nguyên mẫu.

2. PHƯƠNG PHÁP QUÉT LASER VÀ PHÁT HIỆN CHIỀU CAO SAU ĐO

Một phương pháp đo bằng quét laser được thể hiện trong hình 1.



Hình 1. Nguyên tắc của phương pháp quét laser

Chùm tia laser được chiếu từ máy phát laser phản xạ bằng hai nửa gương. Sau đó, tia laser đi qua thấu kính chính và chiếu xạ lên vật đo. Sau đó, chùm laser này phản xạ bởi vật thể đo đi qua thấu kính chính một lần nữa, và đi qua thấu kính ngưng tụ. Cuối cùng, bốn cảm biến photodiode A, B, C và D nhận được chùm laser này. Từ điện áp đầu ra của mỗi bộ cảm biến, điện áp phân tích V có thể được định nghĩa như sau:

$$(V_a + V_b) - (V_c + V_d) = V \quad (1)$$

Trong đó, V_a , V_b , V_c và V_d tương ứng là điện áp ra của cảm biến A, B, C và D. Khi điện áp phân tích là $0(V)$, nó chỉ ra rằng các đối tượng đo đã hội tụ. Trong phương pháp quét laser, chiều cao của ống kính chính khi điện áp phân tích trở về $0(V)$ tính tại mỗi điểm đo bằng cách hội tụ tự động ống kính chủ động.

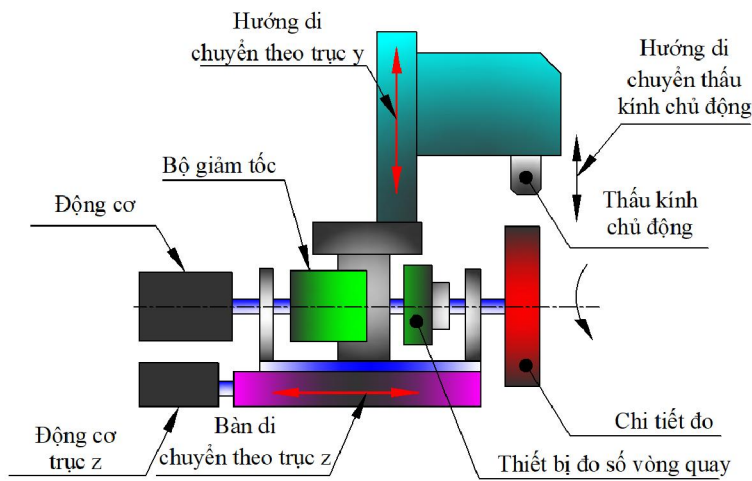
Mặt khác, nghiên cứu này nhằm mục đích đo điện áp phân tích của vật thể di chuyển bằng thấu kính chủ động được giữ cố định. Sau đó, khi thay đổi chiều cao của thấu chủ động một cách

tuần tự, đo điện áp phân tích một lần nữa. Sau khi đo, chiều cao của thấu kính chủ động khi điện áp phân tích tính toán trở về 0(V). Trong phương pháp này, chiều cao của thấu kính chủ động tính sau khi đo thay vì di chuyển chiều cao của thấu kính chủ động và đo đối tượng cùng một lúc.

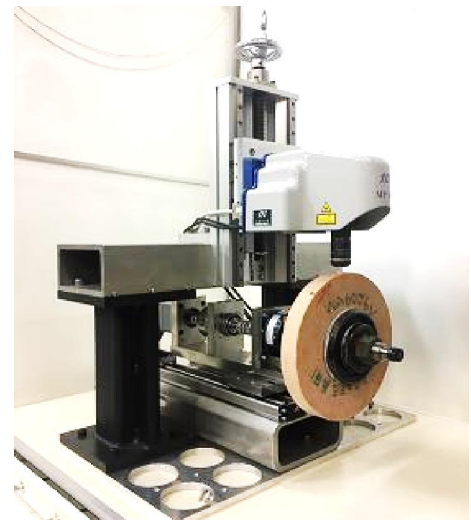
Vì lý do đó trong nghiên cứu này, một phương pháp được gọi là phương pháp đo chiều cao sau đo. Chi tiết của phương pháp đo sẽ được giải thích trong phần 3 từ các kết quả đo thực tế.

3. PHƯƠNG PHÁP ĐO HÌNH DẠNG BỀ MẶT ĐÁ MÀI

Một sơ đồ thiết bị đo bề mặt được thể hiện trong hình 2 và hình ảnh của thiết bị được thể hiện trong hình 3. Đặc điểm kỹ thuật của thiết bị được thể hiện trong bảng 1.



Hình 2. Sơ đồ của thiết bị đo hình dạng bề mặt



Hình 3. Thiết bị đo hình dạng bề mặt

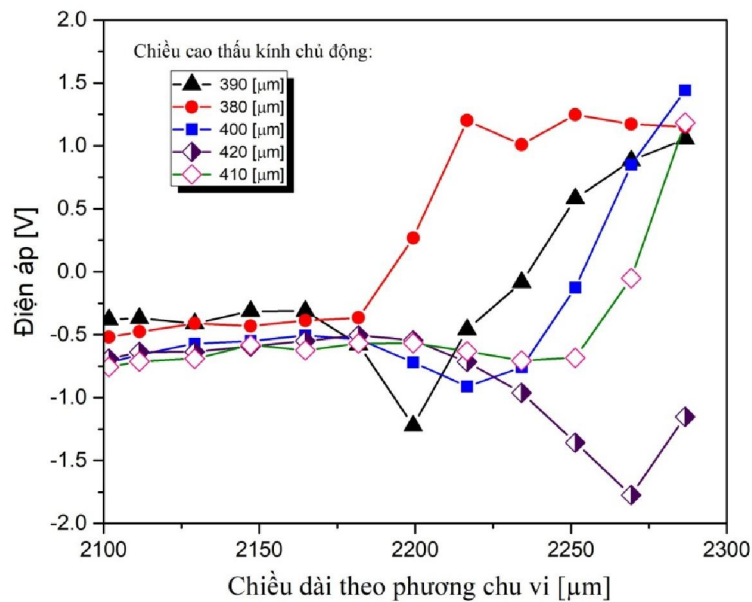
Đá mài như một vật đo được gắn vào trục quay, và đầu quét laser (VK-8700 by Keyence Corporation) được bố trí ở đầu. Trong quá trình đo, đá mài quay với ống kính chính nằm trong bộ phận đầu quét laser. Khi đó giá trị điện áp nhận được tại các cảm biến ảnh, thiết bị đo được điện áp vì sai từ mỗi điện áp của các cảm biến ảnh A, B, C và D bên trong.

Tiếp theo, thay đổi chiều cao của thấu kính chính và đá mài được xoay. Khi đó điện áp phân tích được tính toán lại. Quá trình đo này được lặp lại cho đến khi chiều cao của thấu kính chủ động thay đổi đến một dải độ cao nhất định. Sau khi đo dải chiều cao, đá mài di chuyển theo phương chiều trục của đá mài và lặp lại phép đo. Theo phương pháp đo trên, có thể đo được toàn bộ chu vi của đá mài.

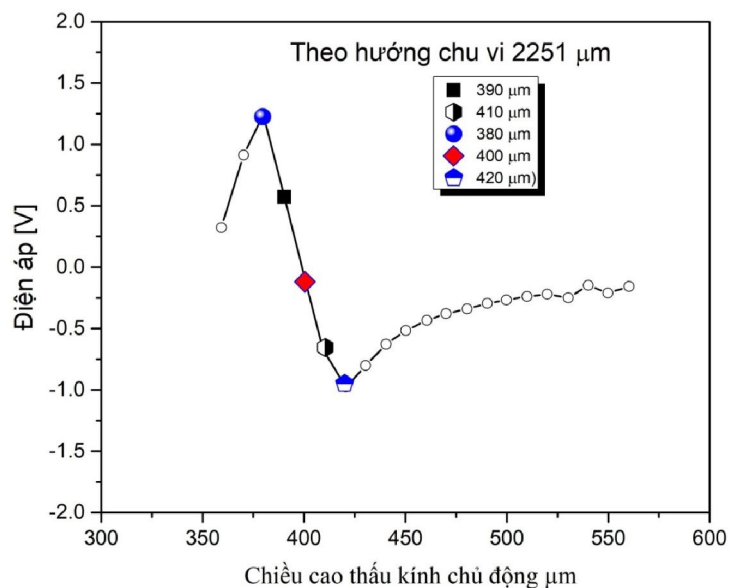
Bảng 1. Thông số kỹ thuật của thiết bị đo hình dạng bề mặt

Đơn vị đầu quét laser	Bước sóng của tia laser	635 [nm]
	Công suất của tia laser	1 [mW]
	Yếu tố tiếp nhận ánh sáng	Cảm biến ảnh
	Sự khuếch đại của thấu kính chủ động	100
	Phạm vi di chuyển của thấu kính chủ động	10 [mm]
	Độ phân giải của thấu kính chủ động	0,01 [μ m]
	Độ phân giải theo phương hướng kính	0,00072 [độ]
	Độ phân giải theo phương trục	1 [μ m]

Phương pháp xác định chiều cao thấu kính khi điện áp phân tích trở về 0(V) như sau. Ví dụ với một bộ kết quả đo, mối quan hệ giữa điện áp phân tích và phương chu vi từ 2100 μm đến 2300 μm được thể hiện như trên hình 4. Hình 4 cho thấy điện áp phân tích khi đo chiều cao của thấu kính chủ động từ 380 μm đến 420 μm trong khoảng 10 μm . Trước khi đo với hướng chu vi 2180 μm , điện áp phân tích gần -0,5 V ở bất kỳ độ cao nào của thấu kính chủ động. Bởi vì, không có đối tượng nào được tập trung trong dải chiều cao này. Mặt khác, sau khi đo theo hướng chu vi 2200 μm , điện áp phân tích sẽ khác nhau tùy thuộc vào chiều cao của thấu kính chủ động, đối tượng cần được xác định tiêu điểm trong khoảng chiều cao này.



Hình 4. Mối quan hệ giữa điện áp và hướng chu vi



Hình 5. Mối quan hệ giữa điện áp và chiều cao của thấu kính chủ động

Tiếp theo, độ cao của thấu kính chủ động khi điện áp phân tích trở về 0 V tính toán theo phương chu vi. Với chiều cao của thấu kính chủ động khi vôn kế phân tích trở thành 0 V được tính toán theo hướng chu vi. Ví dụ, mối quan hệ giữa điện áp phân tích và chiều cao của thấu kính chủ động khi hướng chu vi 2251 μm được thể hiện trên hình 5. Trong khi hình 4 cho thấy các kết quả đo chiều cao của thấu kính chủ động 380 μm đến 420 μm , hình 5 cũng cho thấy chiều cao của thấu kính chủ động từ 360 μm đến 560 μm . Từ hình 5, chúng ta nhận thấy chiều cao của thấu kính chủ động khi nằm ở vị trí giữa 390 μm và 400 μm . Trong nghiên cứu này, giữa hai điểm khi điện áp phân tích thay đổi từ dương đến âm qua 0 V, tiêu cự trên chiều cao của thấu kính chủ động khi này gần nhất với 0 V. Do đó, độ cao của thấu kính chủ động theo hướng chu vi 2251 μm trở thành 400 μm .

Trong phép đo này, khoảng cách chiều cao thấu kính chủ động thiết lập đến 10 μm , nhưng bằng cách đặt 1 μm , độ chính xác phép đo có thể được cải thiện. Từ những kết quả kiểm tra này, có thể thu được hình dạng hai chiều theo chiều rộng, có thể đưa ra hình dạng bề mặt 3 chiều của đá mài.

4. KẾT QUẢ ĐO HÌNH DẠNG BỀ MẶT CỦA ĐÁ MÀI

Hình dạng bề mặt ba chiều của đá mài WA60J6V được đo. Điều kiện đo được trình bày trong bảng 2. Phạm vi đo được thiết lập theo chiều chu vi và chiều rộng là 4x4 (mm).

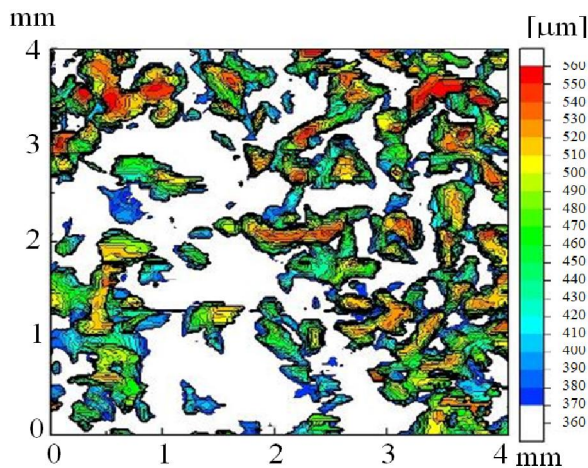
Khoảng cách của hướng chu vi được thiết lập là 17,5 μm , khoảng cách chiều rộng được thiết lập là 20 μm và khoảng cách chiều cao thấu kính chủ động được đặt là 10 μm . Kết quả đo ba chiều hình dạng bề mặt đá mài được thể hiện trong hình 6. Đá mài được biết đến như một bề mặt nhẵn và rất khó để đo phản xạ không đều trong phép đo laser. Nhưng từ hình 6, nhận thấy rằng có thể đo được mà không xảy ra lỗi bởi tiêu điểm đo. Ngoài ra, có thể xác định được một số hạt mài được phân tán trên bề mặt đá mài.

Bảng 2. Điều kiện đo

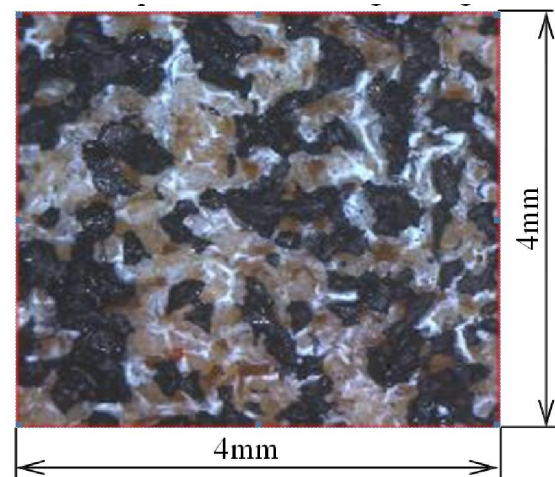
Đối tượng đo	Đá mài WA60J6V
Tốc độ quay của đá mài	4 vòng/phút
Dải đo theo phương chu vi	0 \sim 4 [mm]
Dải đo theo chiều rộng	0 \sim 4 [mm]
Dải đo của chiều cao thấu kính chủ động	360 \sim 560 [μm]
Khoảng cách đo theo phương chu vi	17,5 [μm]
Khoảng cách đo theo chiều rộng	20 [μm]
Khoảng đo của thấu kính chủ động	10 [μm]

Để đánh giá hiệu quả của kết quả đo đạt được, hình ảnh của bề mặt đá mài được so sánh với kết quả đo. Hình dạng bề mặt thực tế của đá mài được thể hiện trong hình 7. Để dễ dàng cho việc so sánh này, trên bề mặt đá mài những vị trí có độ nhô cao được sơn màu đen sau khi đo. So sánh hình 6 với hình 7, chúng ta nhận thấy rằng sự phát hiện của hạt mài đã được thể hiện đúng. Trong khi hình dạng bề mặt của đá mài rất khó đo bằng phương pháp tam giác, thì rõ ràng rằng phương pháp đo đã được đề xuất có thể sử dụng để đo bề mặt đá mài.

Trong nghiên cứu này, chỉ đo được diện tích rất hẹp của bề mặt đá mài. Tuy nhiên, bằng cách tăng diện tích đo theo hướng chu vi và chiều rộng đá mài, có thể thu được toàn bộ hình dạng chu vi của đá mài. Hơn nữa, bằng cách sử dụng mô phỏng kết quả đo, bề mặt phiêu có thể được dự đoán trước quá trình mài.



Hình 6. Hình dạng bề mặt ba chiều của đá mài



Hình 7. Bề mặt thực của đá mài

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã phát triển được một thiết bị đo bề mặt bằng phương pháp phát hiện chiều cao sau đo. Trong đó hình dạng bề mặt của đá mài được đo bằng thiết bị mới. Các kết quả thu được trong nghiên cứu này được tóm tắt như sau:

Kết quả thực nghiệm cho thấy hình dạng bề mặt của đá mài với bề mặt chiều cao sau đo được đo với độ chính xác cao.

Trong nghiên cứu này diện tích đo được chỉ là 4mm x 4mm khi tăng diện tích đo phương chu vi và chiều rộng, có thể thu được toàn bộ hình dạng chu vi của đá mài với các nghiên cứu trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. C. Walter, T. Komischke, F. Kuster, K. Wegener, *Laser-structured grinding tools - Generation of prototype patterns and performance evaluation*, Journal of Materials Processing Technology, 214 (2014) 951-961.

[2]. H. S. Lee, T. Yamada and M. Kobayashi, *Development of 3-D measuring equipment for surface geometries of grinding wheel surface*, Proceedings of the ASPE 2006 Annual Meeting, 2006.10, CD/ROM.

[3]. Q. Wang, W. Zhao, Z. Liang, X. Wang, T. Zhou, Y. Wu, L. Jiao, *Investigation of diamond wheel topography in Elliptical Ultrasonic Assisted Grinding (EUAG) of monocrystal sapphire using fractal analysis method*, Ultrasonics, 84 (2018) 87-95.

[4]. J. Palmer, H. Ghadbeigi, D. Novovic, D. Curtis, *An experimental study of the effects of dressing parameters on the topography of grinding wheels during roller dressing*, Journal of Manufacturing Processes, 31 (2018) 348-355.

[5]. W.F. Ding, J.H. Xu, Z.Z. Chen, *Wear behavior and mechanism of single-layer brazed CBN abrasive wheels during creep-feed grinding cast nickel-based superalloy*, Int. J. Adv. Manuf. Tech. 51 (2010) 541-550.

[6]. ISO 25178-6:2010, *Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Areal - Part 6: Classification of methods for measuring surface texture*.