

Ảnh hưởng của lưu lượng dung dịch trơn nguội được truyền dao động siêu âm đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công khi mài vật liệu thép SKD11

Nguyễn Tiên Đông, Trần Văn Trung

Tóm tắt — Phương pháp gia công hỗ trợ siêu âm hiện nay được ứng dụng rộng rãi, hỗ trợ vào trong các quá trình gia công như khoan, tiện, phay và đặc biệt là quá trình mài. Bài báo này trình bày nghiên cứu ảnh hưởng của lưu lượng dung dịch trơn nguội q (lần lượt là 3,5 l/ph, 4,5 l/ph và 5 l/ph) được truyền dao động siêu âm trong quá trình mài phẳng vật liệu thép SKD11. Độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a được sử dụng để đánh giá mức độ ảnh hưởng. Kết quả cho thấy, khi không truyền dao động siêu âm, giá trị độ nhám bề mặt chi tiết đạt được tương đương nhau khi thay đổi lưu lượng dung dịch trơn nguội. Tuy nhiên, khi truyền dao động siêu âm cho dung dịch trơn nguội, lưu lượng dung dịch trơn nguội càng tăng thì tác động của siêu âm càng rõ; kết quả cho thấy giá trị độ nhám bề mặt của chi tiết gia công giảm dần khi lưu lượng dung dịch trơn nguội tăng dần. Nói một cách khác, dung dịch trơn nguội được truyền dao động siêu âm có tác dụng làm sạch bề mặt đá mài, loại bỏ các phoi mài bám dính vào khoảng không giữa các hạt mài, đảm bảo khả năng gia công của đá.

Từ khóa - Độ nhám bề mặt, lưu lượng, dung dịch trơn nguội, gia công siêu âm, đá mài.

1 GIỚI THIỆU

Nhu cầu phát triển trong các ngành công nghiệp hàng không, vũ trụ và dân dụng hiện

Bài báo này được gửi vào ngày 1 tháng 07 năm 2017 và được chấp nhận đăng vào ngày 1 tháng 10 năm 2017.

Nguyễn Tiên Đông, Bộ môn Gia công Vật liệu và Dụng cụ Công nghiệp - Viện Cơ Khí - Đại học Bách Khoa Hà Nội (email: dong.nguyentien@hust.edu.vn)

Trần Văn Trung, Bộ môn Gia công Vật liệu và Dụng cụ Công nghiệp - Viện Cơ Khí - Đại học Bách Khoa Hà Nội

nay ngày càng đòi hỏi quá trình gia công các vật liệu mới có độ cứng cao và khó gia công như vật liệu gốm, hợp kim cứng, hay các vật liệu có tính mềm như hợp kim Al, hợp kim Mg... Các vật liệu này cần phải trải qua quá trình gia công tinh lần cuối để đạt được chất lượng bề mặt yêu cầu, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả làm việc và độ bền của các chi tiết gia công. Gia công mài được sử dụng rộng rãi là gia công tinh lần cuối cho các vật liệu kể trên nhằm đạt được độ chính xác hình học và chất lượng bề mặt chi tiết. Tuy nhiên, gia công mài là một quá trình gia công phức tạp, rất khó để kiểm soát và tồn tại rất nhiều vấn đề cần khắc phục như: lực cắt lớn, nhiệt cắt lớn,... Một trong những hiện tượng trong quá trình mài, là hiện tượng “bết đá”, khi các phoi mài điền đầy vào khoảng không giữa các hạt mài, gây cản trở sự tiếp xúc của lưỡi cắt với bề mặt chi tiết, ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt chi tiết gia công.

Đã có nhiều nghiên cứu của các nhà nghiên cứu khác nhau nhằm khắc phục hiện tượng này. Trong đó có những nghiên cứu thay đổi đá mài, máy mài, thông số gia công, cũng có những nghiên cứu về sửa đá bằng những phương pháp tiên tiến. Pfaff và cộng sự [1] đã nghiên cứu phương pháp sử dụng tia laser để sửa đá trong quá trình gia công, giúp tái hình thành bề mặt đá mài, loại bỏ vật liệu bám dính. Nguyen Tien Dong và cộng sự đã nghiên cứu đá mài xẻ rãnh có lưỡi cắt gián đoạn, sử dụng số hạt mài ít hơn so với số hạt mài thông thường, do đó giảm được nhiệt cắt, giảm thiểu hiện tượng bết đá [2].

Trong những năm gần đây, dao động siêu âm (ultrasonic vibration) bắt đầu được nghiên cứu, sử dụng để cải thiện chất lượng của gia công cơ khí [3-8]. Người ta đã tìm được nhiều biện pháp hợp lý

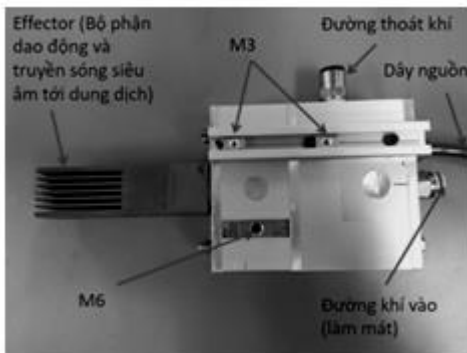
để nâng cao năng suất cắt và tuổi thọ của dao trong gia công tiện, khoan, khoét, doa, mài, cắt ren... với việc dùng siêu âm. Khoan, khoét, doa bằng siêu âm: Dựa trên cơ sở lợi dụng tác động cộ xát và gọt dũa của sóng siêu âm, thiết bị khoan làm việc với tần số 20-30kHz, gồm có đầu giao dao động và bộ cầu nối truyền dao động qua dụng cụ truyền sang vật cần khoan. Mài, cắt, xẻ rãnh... bằng siêu âm: được sử dụng trong trường hợp mài những chỗ chật, khó mài trên những vật liệu gia công bằng vật liệu rắn giòn và hợp kim cứng...

Trong bài báo này trình bày việc truyền dao động sóng siêu âm đến dung dịch tron nguội. Thiết bị truyền dao động siêu âm được mô tả trong Hình 1. Theo đó, một đầu siêu âm được lắp đặt giữa đá mài và vòi phun dung dịch như Hình 2, nhờ vậy năng lượng dao động siêu âm được truyền từ đầu siêu âm qua dung dịch tron nguội [8].

Vật liệu gia công sử dụng trong bài báo này là vật liệu sử dụng trong lĩnh vực khuôn mẫu, thép SKD11. Lưu lượng dung dịch tron nguội được thay đổi và trong các điều kiện được truyền và không truyền dao động siêu âm.

2 THIẾT BỊ TRUYỀN DAO ĐỘNG SIÊU ÂM

Thiết bị truyền dao động siêu âm được phát triển bởi nhà nghiên cứu Hiromi Isobe và các cộng sự [8], có hình dạng như trên Hình 1. Thiết bị này bao gồm: đầu dao động effector, dây cấp nguồn, hệ thống khí làm mát và hệ thống giá đỡ. Dung dịch tron nguội được chảy tràn qua thiết bị đã được tạo dao động siêu âm và dao động siêu âm sẽ truyền vào dung dịch tron nguội khi chảy qua đó. Bảng 1 mô tả thông số thiết bị đầu siêu âm và Hình 2 mô tả trạng thái làm việc của thiết bị truyền dao động siêu âm cho dung dịch tron nguội khi làm việc.



Hình 1. Thông số hình học và hình ảnh thực tế thiết bị đầu siêu âm (Effector)

Bảng 1. Thông số thiết bị đầu siêu âm

Nhà sản xuất	HONDA ELECTRONICS
Mã	HEC-2528P4B
Tần số	27,8 ± 0,5kHz
Điện dung	4300 ± 15% pF
Độ bền cách nhiệt	1 × 10 ⁴ MΩ
Tốc độ tối đa cho phép	75cm/sec(0-p)

3 THỰC NGHIỆM

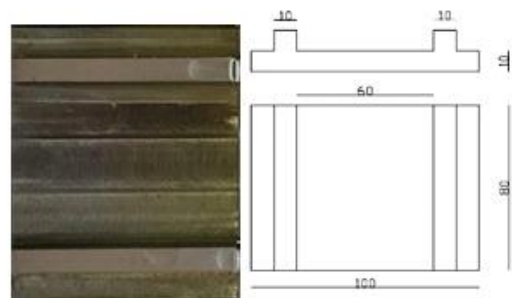
3.1 Thiết bị thí nghiệm

Máy mài được sử dụng là máy mài phẳng GS-BMHL như Hình 2, có tốc độ trục chính n=1800 (vòng/ph).



Hình 2. Lắp đặt thiết bị truyền dao động siêu âm trên máy mài phẳng GS-BMHL

Vật liệu sử dụng trong thí nghiệm là thép SKD11 có kích thước 100x80x20 mm. Bề mặt gia công thực nghiệm là 2 giờ có kích thước 10x80 mm như trong Hình 3, ứng với hai trường hợp có sử dụng và không sử dụng truyền dao động siêu âm cho dung dịch tron nguội.



Hình 3. Mẫu thép SKD11 100x80x20 mm

Thiết bị đo độ nhám SJ400 của Mitutoyo được sử dụng để kiểm tra độ nhám bề mặt chi tiết sau khi gia công như Hình 4.



Hình 4. Máy đo độ nhám SJ400 của Mitutoyo

3.2 Thông số thí nghiệm

Bảng 2. Thông số thí nghiệm

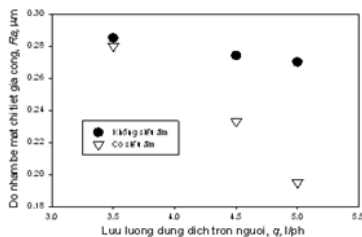
Chiều sâu cắt, t	0.02mm
Dung dịch mài	Soluble type (VBC EMCOOL DW-100H)
Lưu lượng, q	3,5, 4,5 và 5 l/ph
Tốc độ trục chính, n	1800vòng/ph
Tốc độ cắt	28,2m/s
Đá mài	WA36K8V 300 x 32 x 50 mm
Bề mặt gia công	10x80mm

3.3 Trình tự thí nghiệm

Tiến hành lắp đặt đá, cân bằng đá, sửa đá. Sau đó lắp đặt đầu siêu âm vào vị trí giữa đá và vòi phun dung dịch như trong Hình 2. Điều chỉnh lượng dung dịch về 3,5 l/ph và tiến hành gá phôi cắt với hai trường hợp có truyền và không truyền dao động siêu âm. Sau mỗi lần gia công lặp lại công đoạn sửa đá. Làm tương tự với lưu lượng dung dịch điều chỉnh thay đổi 4,5 và 5 l/ph. Độ nhám bề mặt chi tiết gia công được khảo sát và sử dụng để đánh giá.

4 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hình 5. thể hiện mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a và sự thay đổi lưu lượng dung dịch mài q lần lượt 3,5, 4,5 và 5 l/ph đối với hai trường hợp không sử dụng và có sử dụng dao động siêu âm.



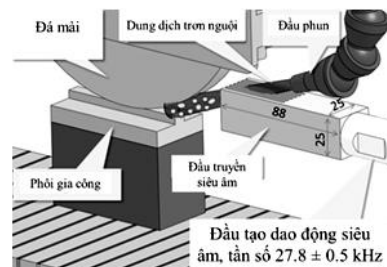
Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa lưu lượng dung dịch, q và độ nhám bề mặt R_a khi thay đổi lưu lượng dung dịch mài trong trường hợp có và không có siêu âm

Đối với trường hợp gia công không có hỗ trợ siêu âm, độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a thay đổi giảm không đáng kể khi lưu lượng dung dịch tron nguội tăng dần từ 3,5 lên 4,5 và 5 l/ph. Tuy nhiên, với trường hợp sử dụng dung dịch được truyền dao động siêu âm, độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a giảm đi rõ rệt khi lưu lượng dung dịch tron nguội tăng dần từ 3,5 lên 4,5 và 5 l/ph

Thảo luận

Trong quá trình gia công mài, đá mài có nhiệt độ rất cao lên đến hàng nghìn độ, các phoi sinh ra khi tiếp xúc với đá mài rất dễ bị mềm và chảy, sau đó bám dính vào các hạt mài và khoảng không gian giữa các hạt mài. Hiện tượng này làm cho đá mài bị “bết”, mất đi khả năng gia công, ảnh hưởng đến bề mặt chi tiết gia công. Dung dịch mài thông thường chủ yếu chỉ có tác dụng làm giảm nhiệt độ tại vùng cắt, không giải quyết được vấn đề kết dính. Hơn nữa, vì đá mài quay với tốc độ rất cao, xung quanh bề mặt đá xuất hiện một lớp màng khí chuyển động theo đá, lớp màng này lại cản trở sự tiếp xúc giữa dung dịch làm mát và đá, dung dịch mài với vùng cắt. Khi tăng lượng dung dịch mài trong trường hợp này cũng không mang lại hiệu quả nhiều.

Tuy nhiên, với trường hợp sử dụng dung dịch mài được hỗ trợ rung động siêu âm, hiện tượng xảy ra hoàn toàn khác. Khi dung dịch mài đi qua đầu siêu âm, các phân tử dung dịch được gia tốc, truyền động năng và “đánh toi”. Dòng dung dịch đi qua đầu siêu âm xuất hiện những bóng khí mang năng lượng rất lớn (cavitation bubbles), dòng dung dịch lúc này trở thành một dòng hai pha, các bóng khí này theo dòng chảy được gia tốc mang đến gần bề mặt đá mài. Lúc này, các bóng khí “nổ” và giải phóng năng lượng đủ để vượt qua lớp màng khí xung quanh đá và đánh bật những mảng “bết” trên đá. Đây chính là một hình thức “rửa sạch” đá mài đồng thời khi đá còn đang hoạt động.



Hình 6. Dung dịch mài khi đi qua đầu siêu âm [8]

Trong trường hợp này, lượng dung dịch tron nguội tăng lên đồng nghĩa với việc số phần tử dung dịch tiếp xúc với đầu siêu âm tăng lên, lượng bóng khí mang năng lượng tăng, mang lại hiệu quả trong việc giải quyết hiện tượng bết đá, lượng dung dịch mài tiếp xúc với đá mài và vùng cắt cũng tăng lên, tăng hiệu quả làm mát. Điều này gây ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bề mặt của chi tiết gia công, như kết quả thí nghiệm cho thấy độ nhám R_a giảm đáng kể khi tăng dung dịch mài.

5 KẾT LUẬN

Bài báo này đề cập đến ảnh hưởng của lưu lượng dung dịch tron nguội khi được hỗ trợ truyền dao động siêu âm đến chất lượng bề mặt chi tiết gia công khi mài vật liệu SKD11:

- Dung dịch tron nguội khi được truyền dao động siêu âm sẽ mang lại hiệu quả cao trong việc nâng cao chất lượng bề mặt chi tiết gia công. Khi lượng dung dịch tron nguội tăng dần, độ nhám bề mặt R_a giảm dần so với trường hợp không truyền dao động siêu âm. Điều này được giải thích dòng dung dịch đi qua đầu truyền dao động siêu âm xuất hiện những bóng khí mang năng lượng rất lớn (cavitation bubbles) di chuyển đến gần bề mặt đá mài, có tác dụng làm sạch bề mặt đá, loại bỏ các phoi mài bám dính vào khoảng không gian giữa các hạt mài, là nguyên nhân gây ra hiện tượng “bết” đá, ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt chi tiết.

- Lượng dung dịch tron nguội tăng lên đồng nghĩa với việc số phần tử dung dịch tiếp xúc với đầu siêu âm tăng lên, lượng bóng khí mang năng lượng lớn này giúp nâng cao hiệu quả quá trình gia công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] J.pfaff, M.Warhanek, S.Huber, T.Komischke, F.Hänni, K. Wegener. “Laser Touch Dressing of Electroplated CBN Grinding Tools”, Volume 46, 2016, pp 272-275

[2] Nguyen Thi Phuong Giang, Nguyen Tien Dong, “Evaluation of the cutting capability of work segmented grinding wheel by the productivity of hardened C45 steel grinding process”. Hanoi, Vietnam: RCMME 8th & 10th October 2014, Regional Conference in Mechanical and Manufacturing Engineering, 2014. - ISBN : 978-604-911-942-2; ME111-

34 – 38; 10/2014.

[3] Florian Feucht, Jens Ketelaer, Alexander Wolff , Masahiko Mori, Makoto Fujishima: Latest machining Technologies of Hard-to-cut Materials by Ultrasonic Machine Tool, *Procedia CIRP* 14 (2014) 148 – 152.

[4] Mohsen Ghahramani Nik, Mohammad R. Movahhedy, Javad Akbari: Ultrasonic-Assisted Grinding of Ti6Al4V Alloy, *Procedia CIRP* 1 (2012) 353 – 358.

[5] Prof. Dr. h. c. mult, Dr.-Ing. G. Spur, Dipl.-Ing. S.-E. Holl: Ultrasonic Assisted Grinding of Ceramics, *Journal of Materials Processing Technology* 62 (1996) 287-293.

[6] Ali Zahedi, Taghi Tawakoli, Javad Akbari: Energy aspects and workpiece surface characteristics in ultrasonic assisted cylindrical grinding of alumina-zirconia ceramics, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 90 (2015) 16–28.

[7] D. Bhaduria, S.L. Sooa, D.K. Aspinwalla, D.Novovicb, P. Hardenc, S. Bohrd, D. Martine: A study on ultrasonic assisted creep feed grinding of nickel-based superalloys, *Procedia CIRP* 1 (2012) 359 – 364.

[8] J. Ishimatsu and H. Isobe: Grinding with Application of Ultrasonic Excited Grinding Fluid-Effects on Improvement of Surface Property and Inhibition of Grinding Heat for Pure Titanium-, *Proceeding of Japan Society of Abrasive Technology*, (2013) 29-32.



Nguyễn Tiến Đông nhận bằng Thạc sỹ (2002) về Kỹ thuật Cơ khí của Đại học Bách Khoa Hà Nội, Việt Nam và Bằng Tiến sĩ (2009) về Khoa học Vật liệu của Đại học Kỹ thuật Nagaoka, Nhật Bản. Ông là

Giảng viên, Bộ môn Gia công Vật liệu và Dụng cụ Công nghiệp, Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội. Tác giả nghiên cứu về các lĩnh vực: gia công mài mòn, gia công hỗ trợ siêu âm.



Trần Văn Trung đã nhận bằng Cử nhân (2002) và thạc sĩ (2011) tại viện Kỹ thuật Cơ khí của Đại học Bách Khoa Hà Nội, Việt Nam và hiện tại là nghiên cứu sinh tiến sĩ và làm việc tại Trung tâm Cơ khí nặng, Viện Nghiên cứu Cơ khí.

Effects of coolant flow rate under ultrasonic vibrations transmitted to surface roughness in grinding SKD11 steel

Nguyen Tien Dong, Tran Van Trung

Abstract - The ultrasonic assisted machining method is now widely applied and supported in machining processes such as drilling, turning, milling and especially grinding. This paper presents the effect of coolant flow rate q (3.5, 4.5 and 5 l.min⁻¹ respectively) under ultrasonic vibrations transmitted in grinding SKD11 steel. The surface roughness R_a was used to evaluate the impact. The results show that, when no ultrasonic vibrations were transmitted, the surface roughness values are approximately equivalent when changing the coolant flow rate. However, when transmitting the ultrasonic oscillator to the coolant, the coolant flow rate increases, the effect of ultrasound is clear. The results show that the surface roughness of the workpiece decreases as the coolant flow increases. In other words, the coolant was transmitted by ultrasonic vibrations that clean the grinding wheel surface, removing the grinding chips that stick to the space between the abrasives grains, ensuring the grindability of grinding wheels.

Index Terms - *surface roughness, flow rate, coolant, ultrasonic machining, grinding wheels.*