

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA VẬN TỐC QUAY PHÔI VÀ LƯỢNG CHẠY DAO HƯỚNG TRỤC ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT KHI MÀI TRỤC VÍT ACSIMET THÉP 40Cr

EXPERIMENTAL RESULTS OF THE EFFECTS OF GRINDING WHEEL VELOCITY AND AXIAL FEED RATE ON THE RELATIVE AMOUNT OF GRINDING WHEEL WEAR WHEN GRINDING 40 CR STEEL ARCHIMEDEAN SCREW

ThS. Trần Đình Hiếu, PGS, TS. Trần Vệ Quốc, TS. Đỗ Đình Lương
Viện Nghiên cứu Cơ khí

TÓM TẮT

Bài báo đưa ra mô hình để nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc quay phôi n và lượng chạy dao hướng trục (S) đến độ nhám bề mặt (Ra) khi mài trục vít acsimet ($m = 3$) thép 40Cr tôi cao tần độ cứng 42 - 44 HRC. Từ đó, xây dựng đồ thị xác định ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng trục và vận tốc quay phôi đến độ nhám bề mặt khi mài trục vít acsimet.

Từ khóa: Phương pháp mài; Mài trục vít acsimet; Độ nhám bề mặt.

ABSTRACT

This paper used the experimental results of the relative amount of grinding wheel wear $k =$ amount of metal removal/ amount of wheel break apart to study the effect of grinding wheels' velocity (v) and axial feed rate (S) on the relative amount of grinding wheel wear (k) when grinding 40 Cr HF steel Archimedean Screw ($m = 3$) which HF hardened to 56-58 HRC. The surplus materials and tool life were then determined.

Keywords: Grinding method, grinding Archimedean Screw, relative amount of grinding wheel wear.

1. MỞ ĐẦU

Trục vít Acsimet là chi tiết cắt ren được thực hiện trên máy tiện thông thường, dao tiện có lưỡi cắt thẳng, gá ngang tâm máy. Nếu cần mài, phải dùng đá có biên dạng phù hợp với dạng ren, gia công khó đạt độ chính xác cao và đắt tiền; được dùng nhiều trong thực tế. Mài là phương pháp gia công tinh trục vít để đạt độ

chính xác và độ nhám bề mặt tuyệt đối thường dùng sau khi nhiệt luyện để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật khi chế tạo.

a) Tình hình nghiên cứu công nghệ mài trên thế giới

Do vị trí quan trọng của công nghệ mài trong các quá trình gia công cắt gọt, nên ngay

từ khi khoa học công nghệ chế tạo máy mới hình thành, các nhà công nghệ đã đặc biệt chú trọng tới việc nghiên cứu hoàn thiện phương pháp mài.

Từ những năm 1950, một số nhà khoa học hàng đầu về công nghệ mài của thế giới như: Maxlóp, Iaserusin của Nga, Backer của Mỹ, Brammertz.P, Bruckner.K, Solje.E của Đức, Mullercuar của Anh, Watanabe.K của Nhật đã thực hiện các nghiên cứu cơ bản nhằm tìm hiểu bản chất vật lý và cơ chế hình thành bề mặt khi mài. Các nghiên cứu này, cho phép xây dựng một loạt các công thức thực nghiệm để sử dụng cho các điều kiện gia công khác nhau. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu trong thời kỳ này có tính ứng dụng thấp, độ chính xác không cao.


Trong những năm 1960 đến 1970, kỹ thuật điện tử phát triển mạnh, dụng cụ đo ngày càng hoàn thiện hơn nên các nghiên cứu về mài được tiến hành rất rộng và có chiều sâu. Các công trình nghiên cứu rung động khi mài của Peter.I người Anh vào năm 1966, Takegama.H người Nhật và năm 1975 đã cho phép ghép nối cơ học ứng dụng với công nghệ mài. Đặc biệt, các nghiên cứu về nhiệt cắt khi mài trong thời gian này cũng được nghiên cứu rất mạnh.

Bắt đầu từ những năm 1975, do nhu cầu về các loại vật liệu chịu mòn, có độ cứng cao tăng mạnh nên các nghiên cứu ứng dụng đá kim cương trong sản xuất được triển khai trên nhiều quốc gia. Các công trình đã công bố của các tác giả L.L.Misnaepxki, H.B.Nôvickôp của Nga, Emerson.G của Mỹ, Griffith của Anh, Konig.W của Đức và Yuhta.T, Kobayshi.A của Nhật cho thấy, công nghệ mài đã chuyển sang một giai đoạn mới với việc sử dụng đá mài kim cương cho phép nâng cao đáng kể năng suất và độ chính xác của mài.

Các nghiên cứu trong giai đoạn này không còn bó gọn trong các thực nghiệm đơn thuần. Một loạt các công trình nghiên cứu về lý thuyết mài và mô hình hóa các quá trình mài đã được thực hiện. Kết quả nghiên cứu của các tác giả Sammuel.B, Xun Chen, Brian Rowe.W người Mỹ, Katsushi Fututani, Suto.T, Inasaki.I người Nhật, Steffens.K, Konig người Đức và A.C.Xuxlôp người Nga đã cho phép các nhà chế tạo của các hãng chế tạo máy công cụ trên thế giới cho ra đời thế hệ máy mài CNC đầu tiên vào năm 1980, [1].

b) Tình hình nghiên cứu công nghệ mài trong nước

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về mài cũng đã được thực hiện từ rất sớm. Trong những năm 1970 đến 1975 có nhiều chuyên gia nghiên cứu về mài đã được đào tạo tại các nước Đông Âu, như: TS. Nguyễn Thế Đạt, TS. Nguyễn Đắc Lộc, TS. Nguyễn Tiến Thọ, TS. Đỗ Trọng Hùng, ThS. Lưu Văn Nhang. Trong một vài năm trở lại đây, nhiều đề tài nghiên cứu về mài cũng đã được một số trường đại học trong nước thực hiện. Các công trình đã được công bố của TS. Trần Minh Đức, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên, TS. Nguyễn Huy Ninh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, TS. Hoàng Văn Điện đã cho thấy tính đa dạng của các nghiên cứu về công nghệ mài đã và đang được triển khai thực hiện tại Việt Nam, [1].

Vì vậy, các nghiên cứu về mài chủ yếu là mài mặt phẳng, mài tròn ngoài,... và các nghiên cứu ảnh hưởng của đá mài đến chất lượng bề mặt, nhưng chưa có nghiên cứu về mài trục vít nói chung và trục vít acsimet nói riêng. Đồng thời, tại Việt Nam thiết bị và dụng cụ để mài trục vít chưa có nên để tài tác giả đưa ra có tính khoa học và là vấn đề chưa được công bố. 

2. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO TRỤC VÍT

a) Phương pháp phay: Có thể tiến hành bằng dao phay dạng đĩa hoặc dao phay răng lược.

b) Cán ren là phương pháp gia công ren bằng biến dạng dẻo ở nhiệt độ thường, phương pháp này cho phép đạt năng suất cao và giảm tiêu hao kim loại. Phương pháp được thực hiện trên các máy cán với các trục cán dạng con lăn.

c) Phương pháp cắt răng trục vít bằng dao xoay được dùng cho phôi không nhiệt luyện hoặc tôi cải thiện trong sản xuất hàng loạt và sản xuất hàng khối. Cắt răng trục vít bằng dao xoay (hoặc cắt xoay) có hai phương pháp: Tiếp xúc bên trong và tiếp xúc bên ngoài.

d) Phương pháp tiện trục vít là phương pháp gia công trục vít thích hợp với dạng sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ. Tiện có thể gia công được nhiều loại bề mặt khác nhau, như các mặt tròn xoay trong và ngoài, các loại ren, các bề mặt côn, các mặt định hình v.v...

Chuyển động cắt ren khi tiện:

- Phôi quay với tốc độ phù hợp với từng trường hợp cụ thể. Tốc độ cắt ren được tra cứu trong các sổ tay về chế độ cắt.

- Lượng chạy dao dọc trục của dao tiện ren bằng đúng bước S của ren cần cắt. Trên hộp chạy dao của máy tiện vạn năng có S phù hợp với các bước ren tiêu chuẩn. Điều chỉnh máy để có S trên máy bằng bước ren cần tiện.

- Chiều sâu cắt khi tiện ren được chọn theo chiều cao của ren. Ren nhỏ, chiều cao ren không lớn, chất lượng không cần cao có thể cắt

1 lần. Ren lớn, chiều cao ren lớn, yêu cầu chất lượng ren cao thì có thể cắt nhiều lần để hết chiều cao ren. Chiều sâu cắt giảm dần để đảm bảo chất lượng biên dạng ren, [2].

Vì vậy, để chế tạo trục vít, tác giả đã sử dụng phương pháp tiện trục vít.

3. QUY TRÌNH THỰC NGHIỆM THU THẬP SỐ LIỆU

Chọn vật liệu và tạo phôi, tiện răng, nhiệt luyện và làm sạch, mài, đo đặc thu thập số liệu, xử lý số liệu đánh giá kết quả.

- Vật liệu để gia công là thép 40Cr;

- Tiện răng trên máy chuyên dùng;

- Nhiệt luyện bằng tôi cao tần độ đạt cứng 42 - 44 HRC;

- Mài trên máy chuyên dụng, độ chính xác cao, sử dụng trong gia công dao phay răng thẳng, răng xoắn, dao phay lăn răng, dùng động cơ điện được lắp trên máy tiện.

- Đo đặc, xử lý số liệu.

+ Vận tốc quay, lượng chạy dao hướng trục được xác định qua vận tốc máy và biến tần.

+ Độ nhám bề mặt được đo bằng thiết bị đo ma sát TESA - rugosurf 10.G, độ chính xác đo: 0.01 μm .

4. THÔNG SỐ THÍ NGHIỆM

Thông số thí nghiệm ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng trục S ($\mu\text{m}/\text{hành trình}$) và vận tốc quay phôi n vòng/phút tới độ nhám bề mặt răng trục vít acsimet ở bảng sau:

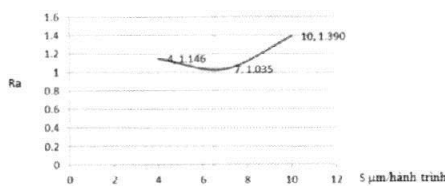
Bảng 1. Kết quả thực nghiệm:

TT	n (Vận tốc quay phôi) vòng/ phút	S (Lượng chạy dao hướng trục) $\mu\text{m}/\text{hành trình}$	Ratb
1	3	4	1.146
2	6	4	1.090
3	3	10	1.206
4	6	10	1.166
5	3	4	1.065
6	6	4	1.072
7	3	10	1.255
8	6	10	1.220
9	2	7	1.209
10	7	7	1.172
11	4	2	1.050
12	4	12	1.211
13	4	7	1.085
14	4	7	1.110
15	4	7	1.052
16	4	7	1.048
17	4	7	1.065
18	4	7	1.082
19	4	7	1.078
20	4	7	1.055

5. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

5.1. Ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng trục đến độ nhám bề mặt chi tiết khi tốc độ quay phôi thay đổi từ 2 vòng/phút đến 7 vòng/phút.

Từ kết quả thực nghiệm trên ta có kết quả như sau:



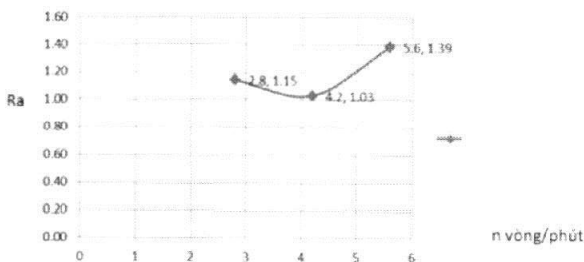
Hình 1. Ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng trục đến độ nhám bề mặt.

Ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng trục đến độ nhám bề mặt (Ra) được thể hiện ở bảng 1 và hình 1. Có thể thấy rằng, khi lượng chạy dao hướng trục S tăng từ 4 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ đến 7 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ thì độ nhám bề mặt Ra bắt đầu giảm xuống, khi tăng lượng chạy dao S từ 7 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ đến 12 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ thì độ nhám bề mặt có xu hướng tăng lên. Nguyên nhân là do ban đầu, sau khi gia công và nhiệt luyện bề mặt có độ nhám lớn nên khi mài độ nhám bề mặt sẽ giảm dần đến lúc đạt chế độ tối ưu, sau đó nếu tiếp tăng lượng chạy dao hướng trục thì bề mặt tối ưu bị phá bỏ nên nhám bề mặt sẽ tăng lên. Điều này phù hợp hoàn toàn với quy luật mài mòn chi tiết máy. Từ đồ thị trên ta có: Độ nhám bề mặt thấp nhất là

Ra = 1,035 khi lượng chạy dao hướng trục là 7,1 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$.

5.2. Ảnh hưởng của vận tốc chi tiết n đến nhám bề mặt Ra khi lượng chạy dao hướng trục thay đổi 2 – 12 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$

Từ kết quả thực nghiệm trên, ta có kết quả như sau:

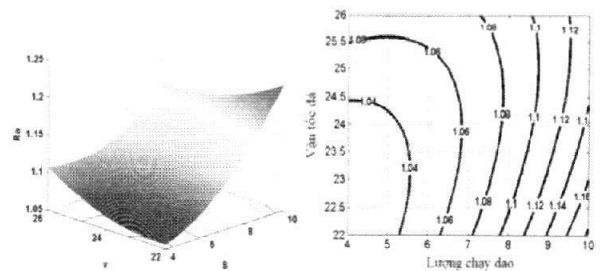


Hình 2. Ảnh hưởng của vận tốc chi tiết đến độ nhám bề mặt.

Ảnh hưởng của vận tốc chi tiết đến độ nhám nhô bề mặt (Ra) được thể hiện ở bảng 1 và hình 2. Có thể thấy rằng, khi tốc độ vòng quay n tăng từ 2 vòng/phút đến 4,2 vòng/phút và lượng chạy dao hướng trục S tăng từ 4 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ đến 7 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ thì độ nhám bề mặt Ra bắt đầu giảm xuống, sau đó tăng dần lên và ngược lại. Nhận thấy, khi tăng vận tốc chi tiết thêm từ 3,8 vòng/phút đến 4,4 vòng/phút thì độ nhám bề mặt thay đổi không đáng kể nhưng khi tăng tiếp tốc độ thì độ nhám bề mặt (Ra) tăng lên. Điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết cắt gọt kim loại, vì độ nhám tỷ lệ với bình phương của tốc độ chạy dao.

Độ nhám đạt được thấp nhất là Ra = 1,035, khi vận tốc chi tiết là 4,21 vòng/phút.

Như vậy, theo bảng 1 và hình 1, 2 và sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm tâm xoay [9], [10], [11], [12], ta có kết quả sau:



Hình 3. Ảnh hưởng của vận tốc chi tiết và lượng chạy dao hướng trục đến độ nhám bề mặt

Từ đồ thị nhận thấy: Khi S (Lượng chạy dao hướng trục) thay đổi từ 2 – 10 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ và v (vận tốc đá) thay đổi từ 22 – 26 m/s, thì độ nhám bề mặt Ra có sự thay đổi như sau: Khi n tăng từ 22 – 25 m/s, độ nhám bề mặt bắt đầu giảm xuống và tại v = 25,63 m/s, thì có hiện tượng độ nhám bề mặt bắt đầu tăng lên, điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết cắt gọt kim loại, vì độ nhám tỷ lệ với bình phương của tốc độ chạy dao và tại v = 25,63 m/s, ta tìm được S = 4 $\mu\text{m}/\text{hành trình}$ và Ra = Ra_{min} = 1,0255.

Nguyên nhân của vấn đề là khi tiến nhanh, số lượng vết cắt qua một tiết diện vật mài giảm xuống, biến dạng của chi tiết tăng và thời gian cắt giảm làm cho các hạt mài không cắt hết phần vật liệu dư dẫn đến nhám bề mặt tăng.

Một hiện tượng khác cũng xảy ra phổ biến khi mài với tốc độ chạy dao nhỏ là sự cày xước vật liệu chi tiết của hạt mài mà không tạo phoi. Lúc đó, hạt mài đẩy vật liệu chi tiết ra hai bên khi đi qua chi tiết mà không tạo phoi. Dưới tác động của hai hiện tượng này làm cho độ nhám bề mặt mài tăng lên. Khi mài với tốc độ tiến dao này, lực mài nhỏ nhưng do lượng vật liệu được bóc đi ít nên năng lượng mài riêng rất lớn, dễ xảy ra hiện tượng cháy bề mặt chi tiết. Việc phoi không ổn định tạo ra rung động khi mài cũng là một nguyên nhân làm cho chất lượng bề mặt xấu đi.

Một điều khác có thể nhận ra từ biểu đồ và kết quả thực nghiệm là khi vận tốc chi tiết lớn thì độ nhám bề mặt chi tiết tăng mạnh. Điều này hoàn toàn hợp lý vì độ nhám tỷ lệ với bình phương của vận tốc chi tiết nên khi tăng vận tốc sẽ ảnh hưởng mạnh đến độ nhám bề mặt chi tiết, [3].

Độ nhám đạt được thấp nhất là $Ra = 1,035$, khi vận tốc chi tiết là 4,21 vòng/phút và lượng chạy dao hướng trục là 7,1 μm /hành trình.

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng được một phương pháp thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của vận tốc chi tiết n và lượng chạy dao hướng trục S đến độ nhám bề mặt Ra khi mài trục vít acsimet. Đưa ra đồ thị xác định ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng trục và vận tốc chi tiết đến độ nhám bề mặt khi mài trục vít acsimet. Độ nhẵn bóng đạt được cao nhất là $Ra = 1,035$ khi vận tốc chi tiết là 4,2 vòng/phút và lượng chạy dao hướng trục là 7 μm /hành. Trong hai yếu tố của chế độ cắt thì ảnh hưởng của tốc độ chạy dao đến độ nhám bề mặt là lớn hơn ảnh hưởng của chiều sâu mài. ❖

Ngày nhận bài: 31/12/2020

Ngày phản biện: 04/3/2021

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Xuân Trường; “Nghiên cứu sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ mài đến chất lượng bề mặt chi tiết mài”, Luận văn thạc sỹ (2011), Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [2]. Phương pháp chế tạo trục vít, Mạng điện tử website: cokhitungyen.com.vn
- [3]. Lương Công Nhó, Nguyễn Tiến Dũng; *Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc chi tiết và chiều sâu mài đến độ nhám bề mặt khi mài phẳng thép hợp kim 16Mn có nhiệt luyện*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, 3/2016.
- [4]. Lưu Văn Khang (2003); *Kỹ thuật mài kim loại*, NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [5]. Nguyễn Trọng Bình (2003); *Tối ưu hóa quá trình cắt gọt*, NXB. Giáo dục.
- [6]. J. Paulo Davim (2011); *Machining of Hard Materials*. Springer.
- [7]. Loan D. Marinescu, Mike Hitchiner, Eckart Uhlmann, W. Brian Rowe, Ichiro Inasaki. (2007) *Handbook of Machining with Grinding Wheels*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [8]. Xemertsenko (1973); *Thiết kế dụng cụ cắt kim loại, 2 tập*, (Bản dịch tiếng Việt – Hoàng Ái), NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [9]. George E. P. Box, Norman R. Draper(auth.) - *Response Surfaces, Mixtures, and Ridge Analyses*, Second Edition, 2007, libgen.lc
- [10]. Douglas C. Montgomery - *Design and Analysis of Experiments part 1*, 2001, libgen.lc
- [11]. Ф. С. Новик. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов, 1980, Москва.
- [12]. Джонсон Н., Лион Ф. - *Статистика и планирование эксперимента в технике и науке*, 1980, Москва.

