PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT ĐẾN ĐỘ BÓNG BỀ MẶT KHI MÀI CÁC CỔ TRỤC CỦA TRỤC KHỦYU DIESEL TÀU THỦY

DETERMINING THE EFFECT OF CUTTING REGIME ON SURFACE FINISH WHEN GRINDING CRANKSHAFT JOURNAL OF DIESEL ENGINES OF SHIPS

TS. QUẢN TRỌNG HÙNG
Viện KHCS, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu một phương pháp để tính độ nhám bề mặt chi tiết sau nguyên công mài tròn ngoài, từ đó có thể lựa chọn chế độ mài hợp lý khi mài tinh các cổ trục trong quy trình sửa chữa và chế tạo trục khuỷu diesel tàu thủy.

Abstract

This article presents a method to determine surface roughness of after external grind operation, then a grind regime is chosen rationally while grinding crankshaft journals in the process of repairing and manufacturing crankshafts of diesel engines of ships.

1. Đặt vấn đề

Trong gia công chế tạo và sửa chữa trục khuỷu động cơ tàu thủy, ngoài việc đảm bảo độ chính xác hình dáng và kích thước của các cổ trục và cổ biên thì độ bóng bề mặt của chúng có vai trò quyết định đến khả năng làm việc lâu dài của trục khuỷu. Để đảm bảo độ bóng theo yêu cầu của các cổ trục, người ta phải sử dụng công nghệ mài tinh. Những năm gần đây, nhờ kỹ thuật điện tử phát triển mạnh, dụng cụ đo ngày càng hoàn thiện hơn nên một loạt các công trình nghiên cứu của các tác giả Samuel.B, Xun Chen, Brian Rowe.W, Katsushi Fututani, Suto.T, Inasaki.I., Steffens.K, Konig và A.C.Xuxlôp… về lý thuyết mài và mô hình hoá các quá trình mài đã có tính ứng dụng cao. Trong khi đó ở Việt Nam, công nghệ gia công cơ khí với độ chính xác cao như quá trình mài tinh cổ trục khuỷu động cơ đốt trong vẫn chưa đạt độ tin cậy nên phần lớn trục khuỷu diesel cỡ lớn trên tàu biển thường phải đưa ra nước ngoài sửa chữa.

Qua các kết quả nghiên cứu, các thông số chế độ mài có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhấp nhô bề mặt của chi tiết sau khi mài [1,2]. Dưới đây trình bày cơ sở tính toán các thông số độ nhám R_a và R_z khi mài các cổ trục khuỷu, để từ đó có thể lựa chọn chế độ mài cho phù hợp.

2. Các cơ sở tính toán

Qua kết quả nghiên cứu quá trình cắt phoi của công nghệ mài, trên Hình 1 có mô tả bề mặt làm việc của đá mài khi cắt để xác định độ nhám bề mặt khi mài. Ở đây, độ nhám bề mặt chi tiết sau khi mài được đánh giá bằng hai thông số chính là chiều cao nhấp nhô trung bình R_a và độ nhấp nhô lớn nhất từ đáy tới đỉnh R_t. Nếu coi dưới tác dụng của mài bề mặt tế vi chi tiết nhấp nhô theo biên dạng hình sin thì một cách gần đúng ta có: $R_t = \pi R_a$, nếu bỏ qua các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất ngẫu nhiên của các đỉnh và đáy nhấp nhô trên bề mặt. Phân tích cơ chế cắt gọt khi mài, có thể thấy rằng năng lượng mài được bao gồm 3 thành phần [4,5]:

- Giai đoạn đầu hạt mài bắt đầu tiếp xúc với bề mặt chi tiết và có mài mòn làm mất đi các đỉnh của hạt mài, tiếp theo hạt mài sẽ nén lên bề mặt chi tiết xuất hiện hiện tượng trượt (sliding)

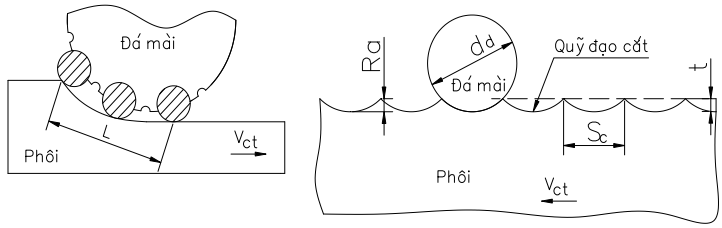
- Giai đoạn 2 năng lượng truyền cho hạt mài tăng lên, hạt mài sẽ gây hiệu ứng cào xước trên bề mặt chi tiết

- Giai đoạn 3, hạt mài gây hiệu ứng tạo phoi mài,

Từ đó, ta có khoảng cách quãng đường tác dụng tác dụng của một hạt mài (cung L) được xác định từ thời điểm bắt đầu tiếp xúc đến khi kết thúc sự cắt của hạt mài (Hình 1,a) và bề mặt mài lý tưởng của chi tiết được hình thành từ tập hợp các đường viền giống nhau kế tiếp với bán kính cong tương ứng với bán kính của đường cắt (Hình 1,b). Khi đó, bước tiến cho mỗi điểm cắt (s_c) được tính là:

$$s_c = \frac{v_{ct} L}{v_d} \qquad (1)$$

Trong đó: v_{ct}, v_d - là vận tốc chi tiết và vận tốc đá, m/s. Khi đó, độ cao nhấp nhô R_t được xác định như sau:



Hình 1. Mô hình bề mặt đá mài khi cắt để tính toán độ nhám bề mặt .

$$R_t = \frac{s_c^2}{4d_d} \qquad (2)$$

Từ công thức trên, ta có thể xác định được độ nhám của bề mặt chi tiết khi mài, chúng phụ thuộc vào tỷ số vận tốc của đá và chi tiết (v_{ct}/ v_d), chiều dài cung L và đường kính của đá. Tuy nhiên với đặc điểm tại 1 thời điểm có vô số hạt mài đồng thời tham gia quá trình cắt nên việc sử dụng công thức trên để tính R_t của bề mặt gia công là rất khó khăn. Trong thực tế, có nhiều phương pháp tính độ nhám bề mặt chi tiết khi mài, có thể sử dụng phương pháp xác định độ nhám bề mặt phụ thuộc và chiều sâu lớp cắt khi mài, với các công thức sau:

Khi mài mặt trụ ngoài phù hợp với trường hợp mài các cổ trục khuỷu động cơ, độ nhám bề mặt có thể xác định như sau:

$$R_a = R_1\left(\frac{Q'_{ct}}{v_d}\right)^x = R_1\left(\frac{v_{ct}a}{v_d}\right)^x \quad \text{, mm} \qquad (3)$$

Trong đó: v_{ct}: vận tốc của chi tiết, mm/s; R_1, x: là các hằng số được xác định bằng thực nghiệm, giá trị của x nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,6, nó phụ thuộc vào độ hạt, độ cứng đá mài và một số yếu tố công nghệ khác, còn a: Chiều sâu lớp cắt cho một hành trình, mm/ht.

Nếu tính đến ảnh hưởng của quá trình sửa đá trong quá trình mài thì:

$$R_a = R_2 s_s^{1/2} a_s^{1/4}\left(\frac{Q'_{ct}}{v_d}\right)^x \quad \text{, mm} \qquad (4)$$

Trong đó: R_2 - hệ số thực nghiệm; a_s - chiều sâu cắt sau một hành trình khi có sửa đá và s_s -bước tiến ngang của đầu sửa đá.

Mối quan hệ của s_s và a_s phụ thuộc vào dụng cụ sửa đá, thường lấy theo trong khoảng $10 < a_s < 50$ □m, nó phụ thuộc vật liệu,hình dạng với dụng cụ sửa đá và bước tiến mũi sửa.

Theo các kết quả nghiên cứu [5] để tăng hiệu quả khi mài người ta thường chọn chi tiết và đá quay cùng chiều khi đó chiều sâu lớp cắt được xác định theo công thức:

$$a_{tb} = \frac{v_{ct}.l_t}{60.v_d\sqrt{\left(1+\frac{v_{ct}}{60.v_d}\right)^2+\left(\frac{u}{60.v_d}\right)^2}}.\frac{s}{B} \quad \text{, mm} \qquad (5)$$

Trong đó: v_{ct} - vận tốc của chi tiết khi mài, mm/ph; v_d - vận tốc vòng của đá, mm/s; u - trị số xét đến dịch chuyển dọc bề mặt chi tiết của đá được xác định bằng u = s. n_d, mm/ph; n_d – vòng quay của đá, vg/ph; s – lượng tiến dọc của đá sau 1 vòng quay của chi tiết.

Nếu không có dịch chuyển dọc của đá (u = 0) thì:

$$2a'_{tb} = \frac{v_{ct}.l_t}{60.v_d \pm v_{ct}}.\frac{s}{B} \quad \text{, mm} \qquad (6)$$

Chiều dày lớp vật liệu bị cắt lớn nhất bị hớt đi do tất cả các hạt nằm trong cung tiếp xúc:

$$a_{max} = 2a_{tb} = \frac{2.v_{ct}.l_t}{60.v_d\sqrt{\left(1\pm\frac{v_{ct}}{60.v_d}\right)^2+\left(\frac{u}{60.v_d}\right)^2}}.\frac{s}{B} \quad \text{, mm} \qquad (7)$$

Còn khi u = 0 ta có: $a'_{max} = 2a'_{tb} = \frac{2.V_{ct}.l_t}{60.V_d \pm V_{ct}}.\frac{s}{B}$, mm (8)

Sử dụng các công thức (3 ÷ 8), chúng ta có thể tính được các giá trị của R_a và R_z trong các trường hợp các trường hợp có hoặc không có chuyển động ngang của đá mài và trong trường hợp có sửa đá trong quá trình khi tính đến ảnh hưởng của các thông số đá mài và chế độ cắt.

4. Kết quả tính ví dụ

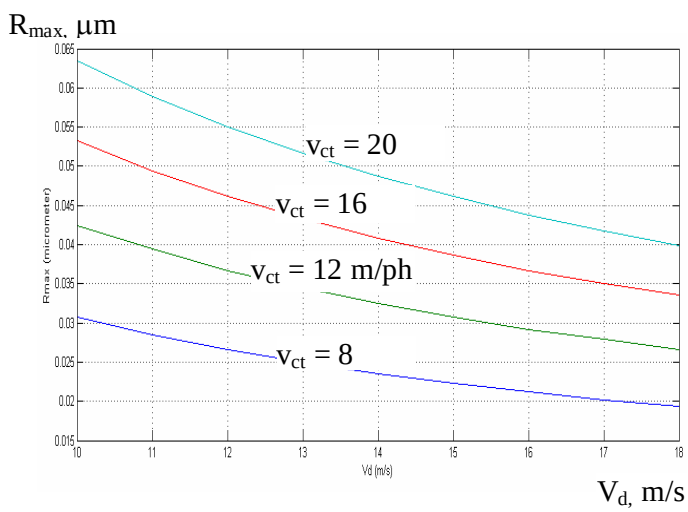
Trong vai trò là ví dụ minh họa, ta xem xét khi mài các cổ trục của động cơ diesel khi sửa chữa trục khuỷu động cơ 6Ч12/14, với cấu tạo và kích thước của trục khuỷu là:

- Vật liệu chế tạo: thép C 45, có giới hạn bền 520-590 N/mm^2, độ cứng: 201-251 HB
- Kích thước: cổ trục: l_{ct} = 45 mm và d_{ct} = 85 mm ; cổ biên: l_{cb} = 47 mm và: d_{cb} = 75 mm.
- Lượng dư khi mài tinh theo đường kính là δ = 0,06 ÷ 0,12 mm, ta chọn δ = 0,10 mm.
- Tốc độ của đá: v_d = 10 ÷ 18 m/s; Tốc độ chi tiết: v_{ct} = 8 ÷ 20 m/ph;
- Đường kính của đá chọn trong khoảng $d_đ$ = 100. d_{ct} với đường kính các cổ trục như trên ta chọn: $d_đ$ = 800 mm và chiều rộng đá là B = 20 mm;
- Lượng chạy dao dọc s = (0,1 ÷ 0,2).B, mm/vq chi tiết, ta chọn s = 1 ÷ 4 mm/vq chi tiết.
- Chiều sâu cắt của đá cho 1 hành trình với mài thô là 0,01÷0,025 mm và mài tinh là 0,005÷ 0,015 mm/ hành trình kép.

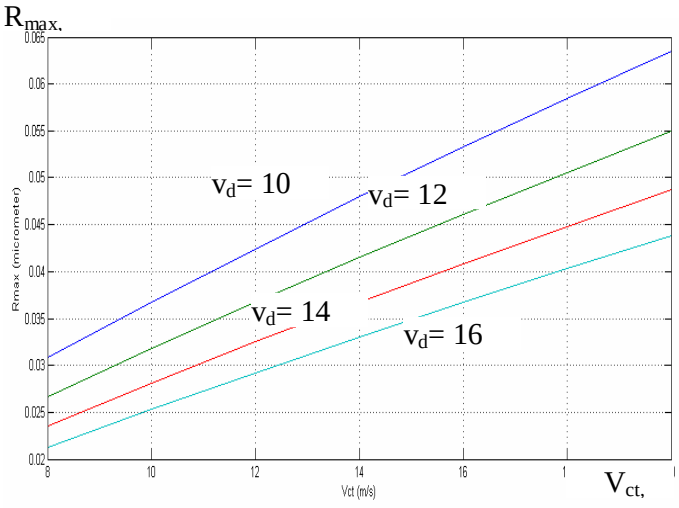
Kết quả tính toán được biểu thị trên các đồ thị trên hình 2- 3 cho thấy, giá trị R_a và R_{max} của bề mặt chi tiết khi mài phụ thuộc rất nhiều vào tốc độ của đá và tốc độ chi tiết. Từ các kết quả tính cho một số nhận xét sau:

- Với tốc độ chi tiết: v_{ct} = 12 mm/ph, khi tốc độ của đá: v_d = 10 ÷ 18 mm/s, thì: R_a giảm từ 0,0322 đến 0,0202 □m và R_{max} giảm từ 0,03424 đến 0,0266 □m, khi lượng chạy dao dọc bàn máy s = 2 mm/vq chi tiết. Như vậy tốc độ của đá càng tăng thì độ nhám bề mặt chi tiết sau khi mài càng giảm và khi lượng chạy dao s càng tăng thì độ nhám tăng.
- Với tốc độ của đá: v_d = 14 mm/s, khi tốc độ của chi tiết: v_d = 8 ÷ 20 mm/ph, thì: R_a tăng từ 0,0178 đến 0,0369 □m và R_{max} tăng từ 0,0235 đến 0,0487 □m. Như vậy tốc độ của chi tiết càng tăng thì độ nhám bề mặt chi tiết sau khi mài càng tăng.
- Khi lượng chạy dao dọc bàn máy s tăng độ nhám cũng tăng, ví dụ với v_d = 14 mm/s và tốc độ của chi tiết: v_d = 14 mm/ph, nếu tăng s từ 1 ÷ 4 mm/ph thì R_a tăng từ 0,0223 đến 0,0388 □m và R_{max} tăng từ 0,0294 đến 0,0512 □m.

5. Kết quả tính toán cho thấy, để đảm bảo độ nhám bề mặt cổ trục R_a = 0,025 ÷ 0,1 μm và không có vết xước và đốm cháy đen trên bề mặt cổ trục, thì các thông số của chế độ cắt như sau: tốc độ quay của trục: v_{ct} = 8 ÷ 10 m/ph, tốc độ quay của đá: v_d = 10 ÷ 16 m/s, lượng chạy dao dọc bàn máy s = 1 ÷ 4 mm/vq chi tiết, chiều sâu cắt của đá khi mài tinh là 0,005 mm/ hành trình kép và 0,01 mm/ hành trình kép cho mài thô.



Hình 2. Ảnh hưởng của vận tốc đá đến độ nhám, R_{max} khi mài với vận tốc chi tiết v_{ct} khác nhau và s = 2 mm/vg.



Hình 3. Ảnh hưởng của vận tốc chi tiết đến độ nhám, R_{max} khi mài với vận tốc đá v_d khác nhau và s = 2 mm/vg.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Văn Địch, *Nguyên lý cắt kim loại*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội. 2009

[2] Bành Tiến Long, Trần Thế Lực, Trần Sỹ Túy, *Nguyên lý gia công vật liệu*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội. 2001.

[3] Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Ninh Đức Tốn, Trần Xuân Việt, *Công nghệ chế tạo máy*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội. 2010.

[4] Bradin H. *Vergleichende untersuchung zwischen Pedel-und Tiefschleifen,* TZ. Fur Paractische metallbearbeiting, 71, N0.1. 1997

[5] S.MalkinB.S.,M.S., Sc.D, *Grinding technology, Theory and Application of Machining with Abraisives,* Ellis horwood limited. 1989.

[6] Farmer,D.A, Brecker J.N, *Study of the finished produced in surface grinding*", Proc. Instn Mech. Engrs. 1966.

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Đại An

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA THỦY TRIỀU THEO PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT

EVALUATING ACCURACY OF TIDAL HARMONIC ANALYSIS ACCORDING TO LEAST SQUARES METHOD

TS. PHẠM KỲ QUANG

Viện Đào tạo SĐH, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Trong bài báo đưa ra việc đánh giá độ chính xác phân tích điều hòa thủy triều theo phương pháp bình phương nhỏ nhất. Trên cơ sở kết quả này có thể xây dựng chương trình tính toán chính xác thủy triều góp phần nâng cao độ tin cậy an toàn hàng hải.

Abstract

In this article, we introduced the accuracy of tidal harmonic analysis according to least squares method. The result of tidal analysis built up on this method can set up a accurate calculation program for tide to raise the reliability of safety navigation.

***Keywords**: harmonic constants, tide, tidal current, least squares method.*