ISSN 2354-0575

NGHIÊN CỨU PHÁT HIỆN VÀ GIẢM RUNG ĐỘNG KHI GIA CÔNG TRÊN MÁY PHAY CNC BA TRỤC TỐC ĐỘ CAO

Phan Văn Hiếu
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày nhận: 15/12/2016
Ngày sửa chữa: 18/01/2017
Ngày xét duyệt: 10/03/2017

Tóm tắt:

Trên thế giới, chẩn đoán kỹ thuật (technical diagnostics) đã trở thành một lĩnh vực khoa học quan trọng về nhận dạng tình trạng kỹ thuật của máy móc, thiết bị. Mỗi hệ thống chẩn đoán kỹ thuật phải thu nhận (đo đạc) các tín hiệu chẩn đoán, xử lý thông tin trong tín hiệu (phân tích) và đưa ra các đánh giá (kết luận) về tình trạng hiện thời của thiết bị. Các dao động cơ học xuất hiện trong quá trình vận hành của thiết bị thường phản ánh rất nhạy và chính xác đối với sự thay đổi của tình trạng hoạt động. Bởi vậy, các tín hiệu dao động đo được từ thiết bị đặc biệt phù hợp với vai trò các tín hiệu chẩn đoán. Bài báo gồm hai phần chính. Phần thứ nhất trình bày tổng quan những phương pháp chẩn đoán rung đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp, trong gia công cơ khí. Phần thứ hai đề cập tới một nghiên cứu thực nghiệm về xác định biểu đồ ổn định của máy phay CNC ba trục tốc độ cao bằng tiêu chí rung động.

Từ khóa: *Chẩn đoán rung, biểu đồ ổn định, rung động, phay tốc độ cao, tốc độ trục chính, chiều sâu cắt hướng trục.*

1. Giới thiệu

Trên thế giới, chẩn đoán kỹ thuật (technical diagnostics) đã trở thành một lĩnh vực khoa học quan trọng về *nhận dạng tình trạng kỹ thuật* của máy móc, thiết bị và công trình [1-2]. Dựa trên các kết quả của chẩn đoán kỹ thuật, hình thức bảo dưỡng theo tình trạng hoạt động (condition-based maintenance) đã và đang mang lại nhiều lợi ích về kinh tế - kỹ thuật và đặc biệt là giảm thiểu các nguy cơ rủi ro cho người vận hành do sự cố thiết bị (giảm thời gian dừng máy do hỏng hóc, giảm chi phí bảo dưỡng, chủ động trong việc chuẩn bị phụ tùng thay thế, tăng độ an toàn vận hành của thiết bị).

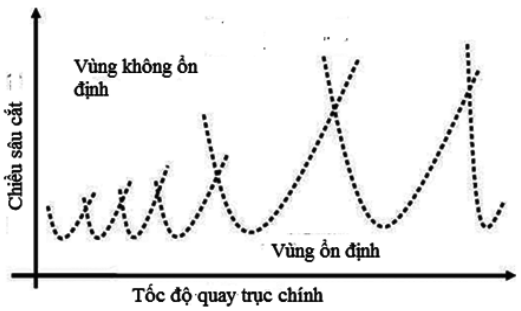
Mỗi hệ thống chẩn đoán kỹ thuật (ở mức thấp hơn là giám sát tình trạng kỹ thuật) phải thu nhận (đo đạc) các tín hiệu chẩn đoán, xử lý thông tin trong tín hiệu (phân tích) và đưa ra các đánh giá (kết luận) về tình trạng hiện thời của thiết bị.

Các dao động cơ học xuất hiện trong quá trình vận hành của thiết bị thường phản ánh rất nhạy và chính xác đối với sự thay đổi của tình trạng hoạt động. Bởi vậy, các tín hiệu dao động đo được từ thiết bị đặc biệt phù hợp với vai trò các tín hiệu chẩn đoán.

Sau hơn 60 năm nghiên cứu và ứng dụng, lĩnh vực chẩn đoán kỹ thuật nhờ dao động (gọi tắt là *chẩn đoán rung*) đã đạt nhiều nhiều thành tựu đáng kể trên thế giới, nhiều phương pháp và giải pháp kỹ thuật đã được áp dụng rộng rãi cho chẩn đoán rung của chi tiết quay (ổ bi, bánh răng, trục,...) cho đến các cụm thiết bị và máy (bơm, động cơ đốt trong, tuốc bin, động cơ điện, máy nén,…). Một số tiêu chuẩn quốc tế về qui trình và chỉ tiêu đánh giá dao động máy đã được ban hành [7-9]. Nhìn chung, các vấn đề lý thuyết và giải pháp kỹ thuật trong lĩnh vực chẩn đoán rung của thiết bị cơ khí chưa nhận được sự quan tâm rộng rãi trong nước, bởi vậy những hiểu biết chuyên sâu trong lĩnh vực này còn nhiều hạn chế so với thế giới.

Phần thứ hai đề cập tới một nghiên cứu thực nghiệm về xác định biểu đồ ổn định của máy phay CNC ba trục tốc độ cao bằng tiêu chí rung động.

Người ta đã chứng minh rằng trong quá trình phay, rung động có thể phát sinh từ những sự phối hợp nhất định của tốc độ cắt và chiều sâu cắt (Hình 1). Như một hàm của hai thông số này, đường biên giữa một vết cắt ổn định không có rung động và một vết cắt không ổn định có rung động được hiển thị trên một đồ thị được gọi là biểu đồ ổn định.



Hình 1. *Biểu đồ ổn định*

Biểu đồ ổn định cho phép đưa ra các quyết định thực hiện sự phối hợp cụ thể giữa chiều sâu

cắt và tốc độ cắt nhằm tránh rung khi tăng lượng chạy dao.

Với sự giúp đỡ của biểu đồ ổn định, ta có thể lựa chọn các chế độ cắt để thực hiện các nguyên công cắt có rung động tự do. Đây là lí do vì sao một số nhà nghiên cứu đã phát triển và trình bày mô hình giải tích của quá trình phay. Họ tập trung vào việc phát triển những phương pháp để tạo ra các biểu đồ ổn định có sẵn dành riêng cho những tổ hợp máy móc, đồ gá, dụng cụ cắt và vật liệu chi tiết nhất định.

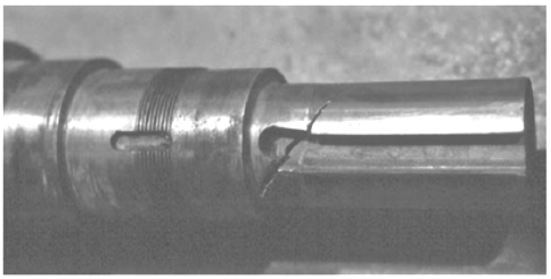
2. Giám sát và chẩn đoán rung cho máy và thiết bị

Trước hết, việc chọn lựa *thiết bị cần giám sát và chẩn đoán* phải căn cứ vào các điều kiện sau:

- Các máy liên quan trực tiếp vào dây chuyền sản xuất ra sản phẩm.
- Các thiết bị được dự đoán sẽ gây ra hư hỏng ngẫu nhiên khi bị dừng bất thường.
- Các thiết bị khi bị dừng bất thường sẽ gây hư hỏng cho thiết bị khác.
- Các thiết bị có chi phí bảo dưỡng cao.

Nhiệm vụ đầu tiên của quá trình giám sát là phân tích đối tượng cần giám sát (đặc điểm, chế độ vận hành, các yêu cầu đặc biệt về vận hành). Qua đó, ta có thể chọn lựa được một số yếu tố để biểu thị trạng thái kỹ thuật của đối tượng cần giám sát, thí dụ như tình trạng còn tốt hay các loại hư hỏng có thể xảy ra trong quá trình vận hành.

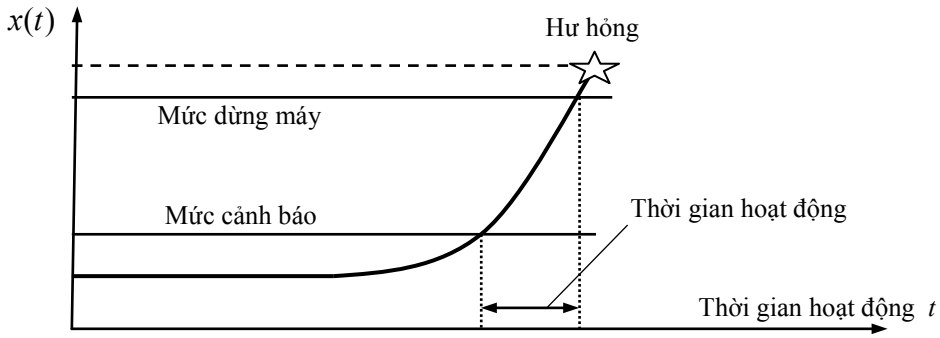
Giám sát tình trạng (condition monitoring) là các hoạt động nhằm phát hiện sự hình thành và giám sát quá trình tiến triển của hư hỏng trong máy và thiết bị. Nhìn chung, các hư hỏng cục bộ (thí dụ các vết nứt) của chi tiết máy cần được *phát hiện* sớm để tránh nguy cơ sự cố hư hỏng đột ngột (Hình 2a). Các hư hỏng phân bố (thí dụ mòn, tróc) cần được *giám sát* liên tục để tiên liệu được thời gian hoạt động còn lại và có kế hoạch thay thế kịp thời (hình 2b). Việc giám sát tình trạng của một thiết bị dựa trên việc phân tích tín hiệu dao động được đo thường xuyên. Đường đặc tính của thông số giám sát (x) được xác định từ kết quả phân tích và là cơ sở để kết luận về mức độ tiến triển của hư hỏng (Hình 3).



a)

b)

Hình 2. *a) Hư hỏng cục bộ, b) Hư hỏng phân bố*



Hình 3. *Đường đặc tính để giám sát tình trạng*

Ở một mức cao hơn, *chẩn đoán tình trạng* (condition diagnostics) có nhiệm vụ *nhận dạng, định vị* và *đánh giá* mức độ của hư hỏng đã được phát hiện từ việc giám sát tình trạng. Như vậy, nhiệm vụ của chẩn đoán tình trạng phức tạp hơn nhiều so với giám sát tình trạng và do đó, có chí phí cao hơn về thiết bị và nhân lực. Việc thực hiện nhiệm vụ chẩn đoán rung cho một thiết bị tuân theo các nguyên tắc chung được mô tả trên Hình 4.

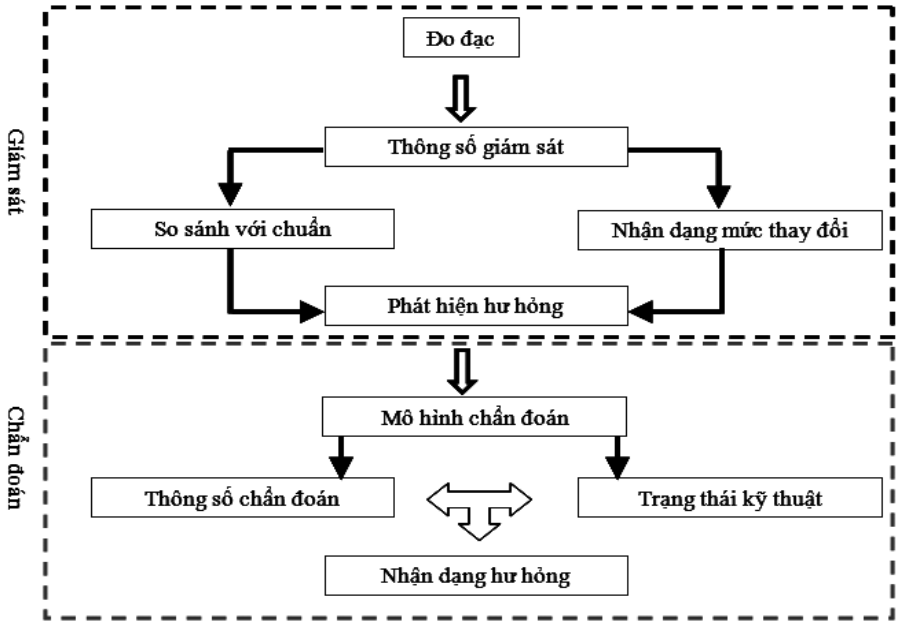
Chẩn đoán rung có bốn đặc điểm cơ bản sau:

- Quá trình chẩn đoán dựa trên cơ sở đo dao động một cách gián tiếp đối với nguồn gây rung.
- Quá trình chẩn đoán được tiến hành ngay trong quá trình làm việc của đối tượng (không cần

dừng máy hoặc tháo rời các chi tiết).

- Công việc chẩn đoán được thực hiện đối với từng thiết bị cụ thể xác định, kết quả chẩn đoán cho biết trạng thái kỹ thuật của chính thiết bị đó và không thể áp dụng cho mọi thiết bị khác.

- Quá trình chẩn đoán được tiến hành liên tục hoặc định kỳ.



Hình 4. *Qui trình giám sát-chẩn đoán rung cho máy và thiết bị*

Việc lựa chọn áp dụng một hệ thống chỉ thực hiện chức năng giám sát tình trạng hay một hệ thống thực hiện chức năng chẩn đoán tình trạng cần căn cứ vào giá trị, tầm quan trọng và các yêu cầu về an toàn của thiết bị.

Để thu được thông tin cần thiết và chính xác từ tín hiệu dao động, ta phải phân tích tín hiệu để đưa ra các thông số hoặc các dấu hiệu phản ánh tình trạng kỹ thuật của đối tượng. Ngoài ra, các đại lượng đo trong tín hiệu thay đổi quá nhanh (tần số lên đến vài kHz), không tương ứng với sự thay đổi trạng thái của thiết bị trong thực tế (diễn ra theo ngày, tuần, tháng). Bởi vậy, ta cần tách ra từ tín hiệu các *thông số chẩn đoán* (xem Hình 4) nhờ công cụ phân tích tín hiệu. Các thông số chẩn đoán này thường được biểu diễn dưới dạng một giá trị (bằng số) và thay đổi chậm một cách tương ứng với trạng thái kỹ thuật của thiết bị. Kỹ thuật xử lý tín hiệu số hiện đã có một bước tiến vượt bậc cùng với sự phát triển của kỹ thuật đo đạc dao động bằng tín hiệu điện. Một loạt các phương pháp phân tích tín hiệu trong miền thời gian và trong miền tần số trên cơ sở phép biến đổi Fourier đã được xây dựng và hoàn thiện: Lọc số, phân tích phổ tần số, phổ đường bao, vv...Các phương pháp này hiện đang được sử dụng rất rộng rãi và được tích hợp trong nhiều *phần mềm đo* và *phần mềm tính toán*. Hiện nay, trên thế giới đã áp dụng nhiều phương pháp phân tích tín hiệu dao động phù hợp cho chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của các chi tiết quay trong hệ truyền động cơ khí như trục, nối trục, ổ đỡ và bộ truyền bánh răng. Nhóm phương pháp thứ nhất thuộc về các phương pháp tiêu chuẩn và đã được kiểm chứng trong nhiều ứng dụng khác nhau [3-6, 10, 11].

3. Nghiên cứu thực nghiệm xác định biểu đồ ổn định của máy phay CNC ba trục tốc độ cao bằng tiêu chí rung động

Rung động trong quá trình gia công gồm có rung động cưỡng bức, rung động riêng và tự rung động. Qua đó nhận thấy rung động là yếu tố trung gian sinh ra trong quá trình gia công ảnh hưởng tới độ nhám bề mặt gia công. Để kiểm soát tốt và tối ưu thông số chế độ cắt ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt gia công. Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt tới rung động trong quá trình gia công phay tốc độ cao là cần thiết và là cơ sở để xây dựng biểu đồ ổn định của máy phay CNC ba trục tốc độ cao bằng tiêu chí rung động.

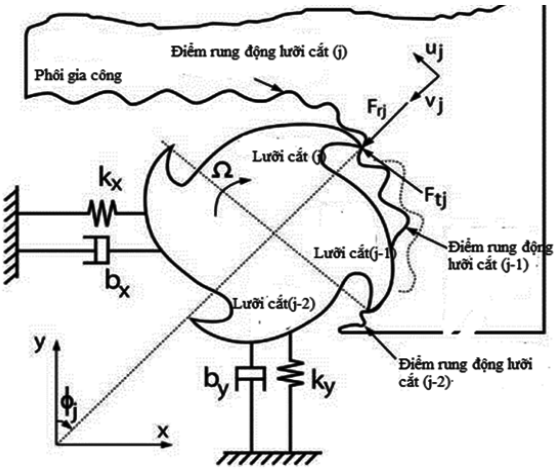
Phần này sẽ giải quyết một hướng thực nghiệm tiếp cận việc xây dựng một biểu đồ ổn định, từ đó giúp chúng ta thấy sự khác nhau giữa các chế độ cắt ổn định và không ổn định, và lựa chọn được sự phối hợp tối ưu nhất giữa chiều sâu cắt và tốc

độ nhằm đạt được năng suất cao hơn. Một biểu đồ rung động, là một biểu diễn đồ họa của mức biên độ rung động trên một vùng hay một khu vực nhất định. Vùng được khảo sát chia ra thành một số điểm cùng với một mạng lưới và ta thu được biểu đồ rung động bằng cách lấy số đo tại các điểm xác định trong vùng đánh giá này. Số điểm còn lại được tính toán bằng phép nội suy. Đối với quá trình phay, biểu đồ ổn định có quan hệ với các khu vực trên biểu đồ rung động. Nếu xem biểu đồ ổn định là một khu vực thì nó có thể được chia thành các vùng nhỏ với một lưới phần tử và ta xác định biểu đồ ổn định bằng cách áp dụng phương pháp lập biểu đồ rung động. Hướng tiếp cận này sẽ được kiểm chứng bằng cách so sánh biểu đồ ổn định được tạo ra bằng cách lập biểu đồ rung động với biểu đồ ổn định được tạo ra bởi các giá trị trung gian của phương pháp gõ thử (taptest).

3.1. Xây dựng biểu đồ ổn định của máy phay CNC cao tốc dựa vào tiêu chí rung động

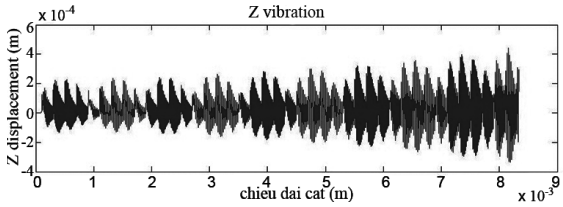
3.1.1. Lập bản đồ rung động để xác định biểu đồ ổn định trong quá trình phay

Trong nguyên công phay, kim loại thừa được loại bỏ ra khỏi phôi bằng cách xoay tròn dụng cụ cắt và tịnh tiến nó theo phương chạy dao tại một vận tốc nhất định (Hình 5). Sự va chạm của lưỡi cắt kích thích hệ thống máy công cụ/đồ gá dụng cụ/dụng cụ cắt/chi tiết, từ đó phát sinh dao động. Một giai đoạn ngắn ban đầu sẽ quyết định liệu quá trình có ổn định hay không ổn định.

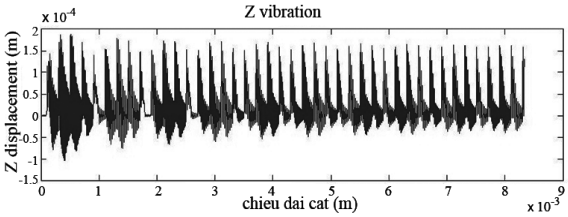


Hình 5. *Mô hình khảo sát ổn định*

Chế độ gia công ổn định hoặc không ổn định có mối quan hệ mật thiết với biên độ rung động. Nếu chế độ gia công không ổn định thì biểu đồ rung động sẽ không hội tụ (biên độ rung động ngày càng lớn theo thời gian). Nếu chế độ gia công ổn định thì biểu đồ rung động sẽ hội tụ (biên độ rung động sẽ giảm dần theo thời gian).



Hình 6. *Biểu đồ rung động với chế độ gia công mất ổn định*



Hình 7. *Biểu đồ rung động với chế độ gia công ổn định*

Vậy ta có thể dựa vào biên độ rung động để đánh giá chế độ gia công ổn định hay không ổn định.

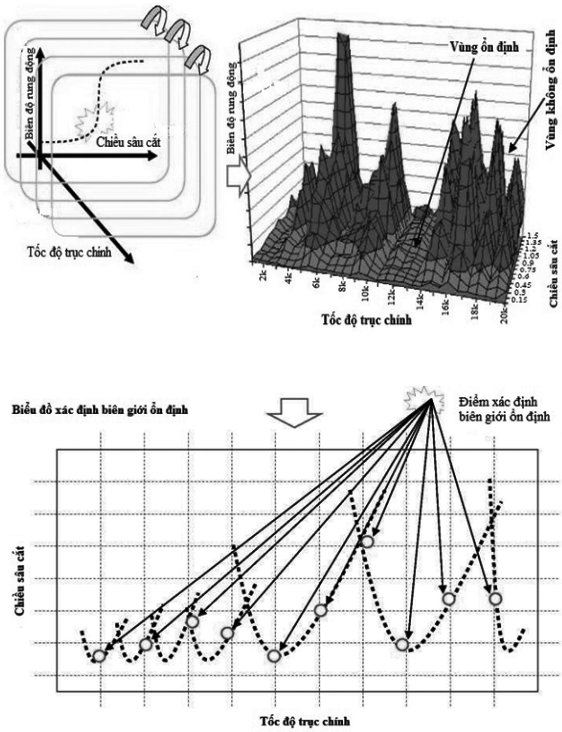
Trong trường hợp gia công phay, như đã đề cập ở trên, đã có nhiều cuộc khảo sát về sự rung động của nguyên công phay được dùng để thu nhận thông tin về các sự cố, và đặc biệt là sự mất ổn định.. Tuy vậy các tác giả chưa có tin tức gì về bất cứ sự nghiên cứu nào về việc sử dụng kỹ thuật xây dựng biểu đồ rung động nhằm mục đích xác định biểu đồ ổn định.

Người ta dựng lên biểu đồ rung động nhờ vào hai phương pháp đơn giản sau: bằng cách lấy mẫu, thông qua các phân tích biên độ rung động thu được, sau đó số hóa các phân tích này hoặc bằng cách mô phỏng, mô phỏng lại trạng thái rung động ở một vùng nào đó. Chúng đều dựa trên cơ sở thực hiện các phép toán nhờ vào sự tiến bộ của máy tính điện tử, và đều có ưu điểm là giảm thiểu chi phí cho việc tiếp nhận dữ liệu và tiết kiệm thời gian xây dựng biểu đồ rung động.

Ta thu được biểu đồ rung động dựa trên đo lường bằng cách lấy số đo của một số điểm trong khu vực khảo sát và tính toán cho các điểm còn lại bằng phép nội suy. Các điểm đo đạc thường được xác định bởi các đỉnh của mạng lưới. Tính chất của mạng lưới và sự chia tách các đỉnh sẽ quyết định đến sự chính xác của biểu đồ rung động.

Trong giới hạn của nguyên công phay và để tập trung vào vấn đề rung động, nếu coi biểu đồ ổn định như là một khu vực và khu vực này được chia thành nhiều miền có lưới, có thể dựng một biểu đồ bằng cách áp dụng phương pháp lập biểu đồ rung

động. Biểu đồ cho ta thấy biên giới ổn định trong đó trục hoành thể hiện tốc độ quay của trục chính và trục tung là bán kính chiều sâu cắt. Trong nghiên cứu này, biểu đồ ổn định được xác định từ 190 điểm trên một mạng lưới bao gồm 19 tốc độ quay và 10 chiều chiều sâu cắt khác nhau, điều đó có nghĩa là cần phải thực hiện tổng cộng 190 thí nghiệm để thu nhận rung động gia công tại mỗi điểm của mạng lưới. Biên độ rung động được phân tích và người ta đã xác định được các tần số rung động. Phương pháp trên được giới thiệu trong Hình 8. Một biểu đồ rung động 3D được xây dựng bằng cách vẽ đồ thị biên độ rung động tại những tần số xung quanh tần số rung động, tại mỗi điểm tương ứng trên mạng lưới lại tham chiếu lên phía trên. Trên biểu đồ, không khó để quan sát đường biên giới ổn định và tiếp đó là chọn lựa bộ thông số công nghệ hợp lý cho quá trình gia công phay.



Hình 8. *Phương pháp xây dựng biểu đồ ổn định*

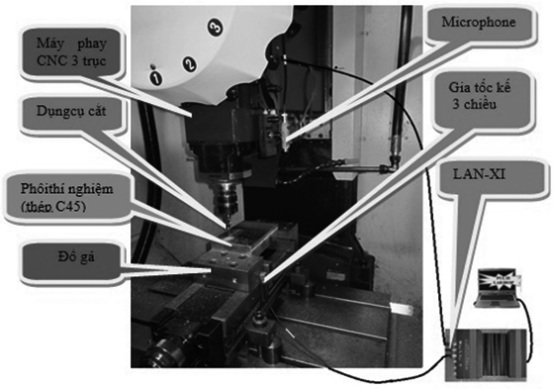
Thực nghiệm xác định biểu độ ổn định của máy phay CNC cao tốc dựa vào tiêu chí rung động

Mục tiêu của thực nghiệm là xác định biểu đồ ổn định của máy phay CNC cao tốc bằng cách: khi gia công với mỗi chế độ cắt, tác giả tiến hành đo biểu đồ rung độngtheo các phương. Sau khi có được các thông số đo trên, dựa vào lý thuyết về ổn định quá trình phay đã trình bày ở trên, tác giả sẽ tiến hành xây dựng được biểu đồ ổn định thực nghiệm.

3.1.2. Thực nghiệm xác định biểu độ ổn định của máy phay CNC cao tốc dựa vào tiêu chí rung động

Mục tiêu của thực nghiệm là xác định biểu đồ ổn định của máy phay CNC cao tốc bằng cách: khi gia công với mỗi chế độ cắt, tác giả tiến hành đo biểu đồ rung độngtheo các phương. Sau khi có được các thông số đo trên, dựa vào lý thuyết về ổn định quá trình phay đã trình bày ở trên, tác giả sẽ tiến hành xây dựng được biểu đồ ổn định thực nghiệm.

3.1.2.1. Mô hình thực nghiệm



Hình 9. *Mô hình thực nghiệm*

Thực nghiệm tiến hành dưới các điều kiện sau:

- Máy gia công: máy phay CNC cao tốc Super MC 500 - Tốc độ trục chính từ 100 ÷ 20000 vòng/phút; BT 30; hệ điều khiển FANUC
- Dụng cụ cắt: Dao phay hợp kim cứng (NACHI GS MILL 4 GS 10-LIST9384); ϕ 10 mm; 4 răng; Chiều dài công xôn gá dụng cụ cắt: 40mm; Chiều dài tổng: 70 mm; chiều dài phần cắt: 22 mm; cắt được thép có độ cứng 50-55 HRC
- Mẫu thí nghiệm: 10 mẫu thép C45 có kích thước 40 x 100 x 250, gá trên ê tô.
- Microphone: Cảm biến đo rung động (microphone 4189) gá trong buồng máy
- Cảm biến đo rung: gia tốc kế 3 chiều
- LAN-XI: Thiết bị thu nhập dữ liệu và khuếch đại tín hiệu có 4 đầu vào, 2 đầu ra tần số tới 51,2Kz của hãng Bruel&Kjaer Đan Mạch
- Mô đun phân tích PULSE FFT 7770, 1-3 kênh, PULSE FFT Analysis của hãng Bruel&Kjaer Đan Mạch.

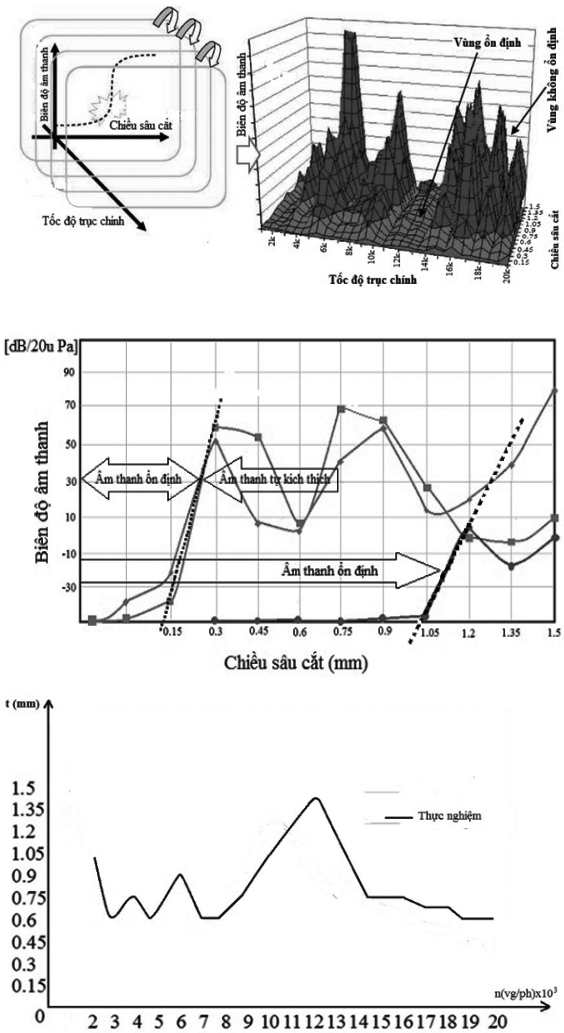
3.1.2.2. Biểu đồ ổn định của hệ thống máy khảo sát

- Tác giả tiến hành cắt thử các chế độ khác nhau. Số lượng thí nghiệm tiến hành cắt thử 190 thí nghiệm.
- Chạy dao dọc theo chiều rộng của phôi với cùng một chiều sâu và thay đổi tốc độ mỗi lượt chạy thì tăng tốc độ lên 1000vg/ph.

- Với mỗi chiều dày cắt ta thay đổi tốc độ vòng quay lần lượt từ 2000vg/ph tới 20000vg/ph, với bước thay đổi mỗi lần là 1000vg/ph (19 tốc độ).

- Với mỗi con dao ta thay đổi chiều dày cắt từ 0,15 mm với bước thay đổi mỗi lần là 0,15mm, đến chiều dày cắt 1,5 mm. (10 chiều sâu cắt).

Với một chiều dày cắt ta tiến hành cắt đến khi nào hiện tượng mòn dao khốc liệt hoặc gẫy dao xảy ra thì dừng và chuyển sang gia công ở chiều dày cắt kế tiếp. Xây dựng biểu đồ ổn định quá trình cắt trên máy **"SUPER MC 500"** bằng thực nghiệm:



Hình 10. *Biểu đồ ổn định xây dựng bằng thực nghiệm*

3.2. Thảo luận

Từ biểu đồ ổn định quá trình cắt trên máy phay cao tốc **"SUPER MC 500"** ta có các nhận xét sau:

- Khi gia công vật liệu thép C45 bằng dao phay ngón ϕ10; 4 răng cắt, vật liệu làm dao là hợp kim cứng (NACHI GS MILL 4 GS 10-LIST9384), với chiều dài công xôn 40mm trên máy Super MC 500 Chiều sâu cắt lớn nhất máy có có thể cắt được với dao phay hợp kim cứng (NACHI GS MILL 4 GS 10-LIST9384); ϕ10 mm; 4 răng; Chiều dài công xôn gá dụng cụ cắt: 40mm thì chế độ gia công cho năng suất cao nhất và chất lượng bề mặt vẫn được đảm bảo là tại n = 12000vg/ph và chiều sâu cắt t = 1,5 mm.

- Với máy **"SUPER MC 500"** chế độ gia công thực tế mới cắt được chiều sâu phay lớn nhất là 0.5mm (chiều sâu phay lớn nhất mà hiện tại các chế độ cắt trên máy đạt được – số liệu của người đứng máy). Vậy nghiên cứu biểu đồ ổn định của quá trình gia công, ta đã lựa chọn được chế độ cắt (vận tốc cắt hợp lý) mà chiều sâu cắt đạt được 1,5mm, giúp ta tăng năng suất cắt gọt của máy lên 3 lần mà chất lượng bề mặt chi tiết gia công vẫn đảm bảo.

4. Kết luận

Kết luận rút ra từ nghiên cứu như sau:

Kết luận 1.

Giám sát và chẩn đoán rung cho thiết bị là một giải pháp hữu hiệu để giảm thiểu các nguy cơ sự cố, tai nạn có nguyên nhân từ các hư hỏng của máy móc thiết bị trong quá trình vận hành và do đó, mang lại nhiều lợi ích về kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, một hệ thống giám sát và chẩn đoán rung hoạt động hiệu quả sẽ đòi hỏi chi phí đầu tư và đặc biệt là các chuyên gia có trình độ chuyên môn trong lĩnh vực này.

Kết luận 2.

Biểu đồ ổn đinh của quá trình cắt cho phép ta lựa chọn được chế độ gia công hợp lý nhất (chế độ gia công tối ưu). Chế độ gia công tốt nhất phải đảm bảo được các yêu cầu sau: chiều sâu cắt lớn (năng suất cao), chất lượng chi tiết gia công đảm bảo, các hiện tượng vật lý như rung động, nhiệt cắt, lực cắt nhỏ.

Kết luận 3.

Ở bài báo này, những thông tin về tín hiệu rung động của quá trình phay được phân tích nhằm xây dựng một biểu đồ ổn định. Các thí nghiệm được tiến hành dựa trên sự thay đổi chiều sâu cắt và tốc độ quay của trục chính trong khi lượng chạy dao trên mỗi răng đươc giữ ở một hằng số, như những gì diễn ra trong biểu đồ ổn định. Một kênh thu nhận dữ liệu được đưa vào hoạt động nhằm thu thập tín hiệu rung động, nhờ một phương tiện là một cảm biến rung đặt bên trong buồng máy. Tín hiệu rung động theo thời gian được phân tích off-line để xác định tần số rung động và xây dựng bản đồ rung động cho việc kiểm tra quá trình phay, mục đích là để thu được biểu đồ ổn định. Các phân tích về tần số và biên độ dao động của rung động phay, dựa vào phép biến đổi nhanh Fourier của tín hiệu rung động theo thời gian, đã mang lại những kết quả tốt đẹp và cho

phép chúng ta đạt được những hướng tiếp cận chính xác để hiểu rõ các sự cố của quy trình phay thông qua dao động.

Kết luận 4.

Điểm hạn chế lớn nhất của phương pháp này là cần phải thực hiện rất nhiều thí nghiệm, và do đó phải tiêu tốn nhiều thời gian và chi phí mới có thể thu thập đủ dữ liệu cho việc xây dựng biểu đồ ổn định thông qua bản đồ rung động. Một khi đã hoàn thiện được biểu đồ ổn định, việc chọn lựa chế độ cắt hợp lý nhằm chống rung động cho nguyên công phay là rất khả thi.

Sự thử nghiệm mở rộng như vừa trình bày đã chứng thực cho kết quả của nhiều cuộc khảo sát trước đó, cho tới ngày hôm nay vẫn có tính thời sự và cần được quan tâm và nghiên cứu sâu hơn nữa.

Tài liệu tham khảo

[1]. G. Meltzer (2000): *Technical Diagnostics - An Introduction*. Lecture notes, Dresden University.
[2]. D. E. Bently (2003): *Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics*. American Society of Mechanical Engineers.
[3]. C.M. Harris, A.G.Piersol (Editors) (2002): *Harris' Shock and Vibration Handbook* (5th Edition). The McGraw-Hill Companies, Inc.
[4]. Robert C. Eisenmann, SA., P. E., Robert C. Eisenmann, JA. (1997): *Machinary Malfuntion Diagnosis and Correction*. Hewlett-Packard Professional Books, USA.
[5]. U. Klein: *Schwingungsdiagnostische Beurteilung von Maschinen und Anlagen*. Düsseldorf: Verlag Stahleisen, 1999.
[6]. R. B. McMillan (2004): *Rotating Machinery: Practical Solutions Unbalance and Misalignment*. The Fairmont Press, Inc..
[7]. ISO DIS 17359: *Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – General Guidelines*.
[8]. ISO 10816 (1995-2000): *Mechanical Vibration - Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non-rotating Parts*.
[9]. ISO 7919 (1996-2001): *Mechanical Vibration of Non-reciprocating Machines – Measurement on Rotating Shafts and Evaluation Criteria*.
[10]. G. Vachtsevanos (2006): *Intelligent Fault Diagnosis and Prognosis for Engineering Systems*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
[11]. C. Scheffer, P. Girdhar (2004): *Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*. Elsevier.

STUDY DETECT AND REDUCED VIBRATION WHEN PROCESSING IN THREE AXIS CNC MILLING HIGH SPEED

Abstract:

In the world, technical diagnostics has become an important scientific field of identifying technical condition of machinery and equipment. Each technical diagnostic system has to acquire (measurement) diagnosic signals and analyze information in the signals (analysis) and make evaluations (conclusions) about the current state of the device. The mechanical oscillations occur during operation of the device reflect a very sensitively and accurately to changes in the operational status. Therefore, the measured vibration signals from the device are particularly suitable to the role of diagnostic signals. The article consists of two main parts. The first section presents an overview of vibration diagnosis methods that are being widely applied in industry and in mechanical processing. The second part refers to an experimental study on the determination of stability diagrams of three-axis CNC milling machine of high-speed vibration criteria.

Keywords: *Vibration diagnostics, Stability lobe diagram, vibration, high-speed milling, spindle speed, axial depth of cut.*