ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT

NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

"NGHIÊN CỨU BẰNG THỰC NGHIỆM ĐẶC TÍNH CỦA RUNG ĐỘNG TỰ KÍCH THÍCH VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA BƯỚC TIẾN DAO ĐẾN SỰ TĂNG TRƯỞNG CỦA NÓ TRONG QUÁ TRÌNH CẮT KIM LOẠI VỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA MÁY TÍNH"

Học viên : Ngô Đức Hạnh
Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS Dương Phúc Tý

THÁI NGUYÊN 2008

LỜI NÓI ĐẦU

Gia công cắt gọt kim loại là một trong những quá trình chế tạo sản phẩm hoàn chỉnh của ngành cơ khí. Việc nắm bắt và điều khiển được các quy luật khoa học của quá trình cắt gọt sẽ góp phần nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả kinh tế. Trong quá trình gia công cắt gọt kim loại có nhiều yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến độ ổn định của quá trình cắt, một trong những yếu tố cơ bản đó là rung động. Từ trước đến nay trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu về rung động của quá trình cắt trên máy công cụ nói chung và trên máy phay nói riêng, nhằm mục đích nâng cao các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật. Các công trình nghiên cứu đó đã đạt được nhiều thành tựu to lớn góp phần xứng đáng vào sự nghiệp phát triển của ngành chế tạo máy nói chung. Tuy nhiên do tính chất phức tạp của hiện tượng này, cũng như sự đòi hỏi ngày càng cao về mặt năng suất, chất lượng của ngành công nghệ chế tạo máy nên việc nghiên cứu rung động trong quá trình cắt để tìm ra các biện pháp khống chế nó, nhằm mục đích ổn định trạng thái của quá trình cắt vẫn đòi hỏi phải tiếp tục.

Qua hơn hai năm học tập và rèn luyện tại trường Đại học kỹ thuật Công Nghiệp đến nay cuối khoá học bản thân em được giao đề tài:

" Nghiên cứu bằng thực nghiệm đặc tính của rung động tự kích thích và ảnh hưởng của bước tiến dao đến sự tăng trưởng của nó trong quá trình cắt kim loại với sự trợ giúp của máy tính"

Trong thời gian thực hiện đề tài với sự cố gắng nỗ lực nghiên cứu của bản thân cùng với sự chỉ bảo tận tình của thầy giáo hướng dẫn ***PGS. TS Dương Phúc Tý*** và các thầy thuộc khoa cơ khí trường Đại học kỹ thuật Công Nghiệp, sự giúp đỡ của các bạn đồng nghiệp, đến nay đề tài của em đã hoàn thành. Tuy nhiên do hạn chế về điều kiện nghiên cứu đặc biệt là hạn chế về năng lực nghiên cứu của bản thân nên đề tài không tránh khỏi những thiếu sót, vì vậy em rất mong được sự giúp đỡ chỉ bảo của các thầy giáo và các bạn đồng nghiệp để từ đó em rút ra những kinh nghiệm cho bản thân trong lĩnh vực nghiên cứu sau này. Một lần nữa em xin được bày tỏ lòng biết ơn đối với thày giáo hướng dẫn ***PGS.TS Dương Phúc Tý***, các thầy giáo khoa cơ khí trường Đại học kỹ thuật Công Nghiệp và các bạn đồng nghiệp đã giúp đỡ em trong quá trình nghiên cứu để đề tài hoàn thành đúng thời hạn.

HỌC VIÊN
Ngô Đức Hạnh

PHẦN MỞ ĐẦU

TÊN ĐỀ TÀI

Nghiên cứu bằng thực nghiệm đặc tính của rung động tự kích thích và ảnh hưởng của bước tiến dao đến sự tăng trưởng của nó trong quá trình cắt kim loại với sự trợ giúp của máy tính.

1. Tính cấp thiết của đề tài

Rung động trong quá trình cắt kim loại là một hiện tượng cố hữu. Rung động mà đặc biệt là rung động tự kích thích ảnh hưởng lớn đến năng suất và chất lượng gia công, ảnh hưởng đến sự mòn của dao cũng như độ chính xác của máy... vì vậy, nghiên cứu đặc tính của rung động tự kích thích cũng như nghiên cứu những những nhân tố ảnh hưởng đến nó làm cơ sở cho việc nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế ảnh hưởng xấu của nó đồng thời làm cơ sở cho việc tối ưu hoá quá trình gia công kim loại luôn luôn là vấn đề được quan tâm trong lĩnh vực gia công kim loại.

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.

2.1.Ý nghĩa khoa học.

Kết quả nghiên cứu của đề tài góp phần bổ sung cho lý luận về rung động trong kỹ thuật nói chung và lý luận về dao động trong quá trình cắt kim loại nói riêng.

2.2. Ý nghĩa thực tiễn.

Kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở cho việc nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế ảnh hưởng của rung động tự kích thích nhằm đảm bảo an toàn cho hệ thống công nghệ gia công, đảm bảo chất lượng sản phẩm. Đồng thời kết quả nghiên cứu cũng là cơ sở dữ liệu để tối ưu hoá chế độ gia công theo mục tiêu ổn định.

3. Mục đích nghiên cứu.

Vì đề tài có hai phần nên có hai phần nghiên cứu cụ thể:

3.1. Tìm được những đặc tính của rung động tự kích thích làm cơ sở cho việc nghiên cứu tiếp theo về những nhân tố ảnh hưởng đến sự phát triển của nó. Trên cơ sở đó có thể tiếp tục nghiên cứu các giải pháp hạn chế sự phát triển này nhằm đảm bảo cho quá trình cắt luôn ổn định.

3.2. Tìm ra mối quan hệ giữa bước tiến dao với rung động tự kích thích làm cơ sở cho việc nghiên cứu tiếp theo về tối ưu hoá chế độ gia công.

4. Đối tượng nghiên cứu

Rung động tự kích thích xuất hiện trong quá trình gia công kim loại.

5. Nội dung nghiên cứu

5.1. Nghiên cứu xác định các đại lượng đặc trưng của rung động tự kích thích.

5.2. Xây dựng mô hình thí nghiệm để nghiên cứu đặc tính của rung động tự kích thích và nghiên cứu ảnh hưởng của bước tiến dao đến rung động tự kích thích.

5.3. Lựa chọn hệ thống trang thiết bị, dụng cụ và vật liệu phục vụ cho quá trình cắt kim loại và hệ thống thiết bị thu và xử lý dữ liệu thí nghiệm.

5.4. Quy hoạch thực nghiệm cho cả hai trường hợp.

5.5. Triển khai thí nghiệm theo quy hoạch.

5.6. Thu và xử lý dữ liệu theo lý thuyết thống kê.

5.7 Từ kết quả xử lý mà rút ra kết luận về đặc tính của rung động tự kích thích và kết luận về ảnh hưởng của bước tiến dao đến sự tăng trưởng của nó trong quá trình cắt kim loại.

6. Phương pháp nghiên cứu

6.1. Khi nghiên cứu lý thuyết dùng các phương pháp phân tích, tổng hợp.

6.2. Khi nghiên cứu thực nghiệm dùng phương pháp cắt thử và phương pháp nghiên cứu quy nạp

6.3. Khi xử lý dữ liệu dùng phương pháp bình phương bé nhất.

7. Phạm vi nghiên cứu

Trong thực tế, quá trình cắt kim loại diễn ra trên nhiều hệ thống gia công khác nhau. Trong điều kiện cơ sở vật chất cụ thể của Đại học Thái Nguyên, tác giả chỉ khảo sát rung động tự kích thích trên hệ thống công nghệ phay. Cụ thể: máy phay đứng 6P13Б và máy phay đứng turdimill, dao phay mặt đầu gắn mảnh hợp kim cứng T5K10 với vật liệu gia công là thép 45.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ NHỮNG THÀNH TỰU KHOA HỌC TRONG LĨNH VỰC NGHIÊN CỨU RUNG ĐỘNG TỰ KÍCH THÍCH TRÊN MÁY CÔNG CỤ

I.1. Rung động trong quá trình cắt

Rung động là hiện tượng phổ biến trong tự nhiên và trong kỹ thuật vì tất cả mọi vật thể có khối lượng và có tính đàn hồi đều có thể rung động khi có lực kích thích. Máy công cụ là một hệ đàn hồi nên trong quá trình gia công ngoại lực và lực cắt tác dụng lên hệ sẽ làm hệ rung động. Trong thực tế không có quá trình cắt gọt kim loại nào mà hệ thống công nghệ không rung động. Rung động là hiện tượng kèm theo trong quá trình gia công cắt gọt kim loại. Trong những điều kiện cụ thể nhất định rung động này có thể tăng trưởng mạnh trong quá trình gia công, do đó làm xấu các chỉ tiêu về kinh tế và chất lượng sản phẩm. Cụ thể rung động có thể gây ra các hậu quả sau:

- Không cho phép sử dụng hết công suất của máy hoặc khả năng cắt của dụng cụ.
- Gây mòn nhanh các bộ phận chính của máy, làm giảm độ chính xác của máy.
- Tăng mức độ nguy hiểm phá huỷ cơ học lưỡi cắt của dụng cụ cắt.
- Phá huỷ cơ học dụng cụ cắt (gãy răng dao dụng cụ có nhiều lưỡi cắt) hoặc một số chi tiết máy.
- Giảm độ chính xác hình học của chi tiết gia công cũng như độ bóng bề mặt, đặc biệt là đối với các nguyên công gia công tinh.
- Gây ồn cho môi trường làm việc.

1.2. Các dạng rung động và mguyên nhân gây ra rung động.

Rung động trong quá trình cắt thường bao gồm các loại sau:

- Rung động cưỡng bức.
- Rung động riêng.
- Rung động tự kích thích.

1.2.1. Rung động cưỡng bức

Rung động cưỡng bức xuất hiện khi ngoại lực kích thích động lực học tác động lên hệ thống công nghệ: máy - dụng cụ cắt - chi tiết gia công. Nguyên nhân gây ra rung động cưỡng bức:

a. Nhiễu từ bên ngoài truyền qua móng máy.

b. Nhiễu bên trong hệ thống công nghệ do:

- Các chi tiết quay nhanh không cân bằng.
- Các bộ truyền động ăn khớp được chế tạo không chính xác hoặc bị mòn gây va đập trong quá trình ăn khớp.
- Ổ bi mà đặc biệt là ổ trục chính bị mòn.
- Các sống trượt bị mòn.
- Tải trọng động phát sinh khi tăng tốc độ hay khi hãm các bộ phận có khối lượng lớn.

c. Do lực cắt biến đổi khi cắt các bề mặt gián đoạn hoặc do va đập của răng dao khi vào cắt trong quá trình gia công.

Đặc điểm của rung động cưỡng bức:

- Hệ thống công nghệ sẽ rung động với tần số của lực kích thích. Biên độ của rung động phụ thuộc vào biên độ của lực kích thích và phụ thuộc vào độ cứng vững động lực học của hệ thống công nghệ.
- Nếu lực kích thích biến đổi có chu kỳ đồng thời tần số kích thích xấp xỉ bằng tần số dao động riêng của hệ thì rung động sẽ xuất hiện với biên độ rất lớn.

Đó là hiện tượng cộng hưởng.

- Đối với lực kích thích dạng xung thì hệ rung động với tần số riêng và biên độ rung động sẽ tắt dần.

- Trường hợp rung động cưỡng bức xuất hiện do lực cắt thay đổi và đặc biệt là khi cắt các bề mặt gián đoạn thì tần số rung động thường phù hợp với tần số quay của trục chính hoặc tần số quay của dụng cụ cắt.

Rung động cưỡng bức làm giảm chất lượng gia công đặc biệt là ở nguyên công gia công tinh. Nó ảnh hưởng lớn nhất khi tần số kích thích gần với tần số riêng của hệ. Trong quá trình phay, rung động cưỡng bức có thể dẫn đến mất ổn định khi tốc độ vòng quay của dao đủ lớn để làm cho tần số vào cắt của răng dao đúng bằng tần số riêng của hệ. Tần số này được xác định theo công thức:

$$f = \frac{n.z}{60} H_z \qquad (1\text{-}1)$$

Phần lớn các rung động cưỡng bức có thể làm giảm hoặc khử bỏ bằng cách khử nguồn gây kích thích hoặc làm thay đổi tần số kích thích đối với những kích thích có tính chu kỳ sao cho tần số của nó không gần với tần số riêng của hệ cụ thể:

- Xây dựng bệ máy tốt.
- Loại bỏ sai sót trong truyền động máy.
- Cân bằng tĩnh và cân bằng động các chi tiết chuyển động quay.
- Chọn tốc độ quay trục chính và số răng dao hợp lý.
- Sử dụng thiết bị thu giảm rung.

1.2.2. Rung động riêng.

Rung động riêng trong hệ thống máy - dụng cụ cắt - chi tiết gia công hoặc trong một số nút của hệ thống là rung động phát sinh do sự va đập, chẳng hạn khi đóng ly hợp, khi dụng cụ bắt đầu vào cắt... Phần lớn ảnh hưởng

của rung động riêng trong quá trình cắt không đáng kể bởi vì nó là một dao động tắt dần rất nhanh. Nó chỉ có ý nghĩa khi có liên quan đến việc xác định đặc tính của quá trình dao động nhằm phục vụ cho việc nghiên cứu một hiện tượng rung động nào đó trong quá trình cắt.

1.2.3. Rung động tự kích thích.

Rung động tự kích thích là dạng rung động do tự thân quá trình cắt sinh ra. Rung động tự kích thích sinh ra trong quá trình cắt do các nguyên nhân sau:

1- Sự biến động của lực cắt mà sự biến động đó là do sự biến động của tốc độ cắt, tiết diện lớp cắt hoặc sự biến động của thông số hình học của dao.

2- Do sự hình thành và phá huỷ lẹo dao.

3- Sự biến động trong thành phần của vật liệu làm phôi.

4- Do hiệu ứng tái sinh.

5- Do liên kết vị trí (Rung động tự kích thíchkhông tái sinh).

Dưới đây sẽ phân tích rõ hơn các nguyên nhân nói trên:

1.2.3.1.Sự biến động của lực cắt do sự biến động của tốc độ và tiết diện lớp cắt.

Trong quá trình cắt kim loại, khi tốc độ cắt tăng lên thì lực cắt giảm. Sự suy giảm của lực cắt theo chiều tăng của tốc độ cắt là một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng rung động của máy công cụ. Theo quan điểm lý thuyết năng lượng tới hạn ổn định của quá trình cắt ta có phương trình cân bằng năng lượng cho quá trình cắt như sau:

Công suất tạo phoi được xác định:

$$Q = P.V \qquad (w) \qquad (1\text{-}2)$$

Trong đó P là lực tạo phoi (thành phần lực tiếp tuyến). Với quá trình

phay thì P được xác định:

$$P = k.F = K.S_z.T.Z_c \quad (N) \qquad (1\text{-}3)$$

K - lực cắt riêng của vật liệu gia công *(N/m²)*

F - diện tích cắt *(m²)*

Sz - bước tiến dao răng *(m)*

T - chiều sâu cắt *(m)*

V - tốc độ cắt *(m/s)*

Zc - số răng đồng thời cắt của dao phay.

Nếu gọi Q_k là công suất tới hạn ổn định của một quá trình tạo phoi - tức là công suất mà khi nhu cầu năng lượng của quá trình tạo phoi vượt quá giá trị đó thì hệ thống công nghệ bắt đầu mất ổn định thì Q_k được xác định:

$$Q_k = P_k.V \quad (w) \qquad (1\text{-}4)$$

Trong đó:

P_k - lực tạo phoi tới hạn xét tại một cấp tốc độ V xác định (N). Khi lực tạo phoi trong một quá trình cắt bất kỳ vượt quá giá trị đó thì hệ thống công nghệ bắt đầu mất ổn định.

V - tốc độ cắt (m/s).

Tại một vị trí gia công, theo một phương xác định, công suất tạo phoi tới hạn khi cắt với tốc độ V_1 sẽ là:

$$Q_{k1} = P_{k1}.V_1 \qquad (1\text{-}5)$$

Tương tự, công suất tạo phoi tới hạn khi cắt với tốc độ V_2 là:

$$Q_{k2} = P_{k2}.V_2 \qquad (1\text{-}6)$$

Lý thuyết về Rung động tự kích thíchvà ổn định theo quan điểm năng lượng của quá trình cắt đã chỉ ra rằng, tại mỗi vị trí gia công và theo một phương xác định thì năng lượng tới hạn ổn định là không đổi. theo đó thì

$$Q_{k1} = Q_{k2} \text{ hay } P_{k1}.V_1 = P_{k2}.V_2 \qquad (1\text{-}7)$$