

-1-

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

ĐÀO QUỐC KHÁNH

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO CAM MẪU
TRÊN MÁY CNC

Chuyên ngành: Công nghệ chế tạo máy

Mã số: 60.52.04

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **PGS. TS. TRẦN XUÂN TÙY**

Phản biện 1: **PGS. TS. NGUYỄN VĂN YẾN**

Phản biện 2: **PGS. TS. TẶNG HUY**

Luận văn sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày.....tháng....năm 2011

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin- Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong những năm gần đây, khoa học và công nghệ phát triển với tốc độ cao, ngành cơ khí chế tạo máy đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất ra các thiết bị, công cụ cho mọi ngành trong nền kinh tế quốc dân, tạo tiền đề cần thiết để các ngành này phát triển mạnh hơn. Vì vậy việc phát triển khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực công nghệ chế tạo máy có ý nghĩa hàng đầu nhằm thiết kế, hoàn thiện, cải tiến và điều khiển quá trình sản xuất đạt hiệu quả kinh tế cao.

Hiện nay với động cơ đốt trong được ứng dụng rất phổ biến trong những lĩnh vực như ô tô, tàu thủy, hàng không, cơ giới hóa nông nghiệp,... Trong động cơ đốt trong có rất nhiều chi tiết lắp ghép lại với nhau để tạo thành một cụm máy và hoạt động đồng bộ với nhau. Với động cơ đốt trong trục cam phân phối khí có nhiệm vụ là dẫn động xupáp đóng, mở và phun nhiên liệu theo qui luật nhất định, trên trục cam gồm có: cam nạp, cam thải, và các cổ trục, ngoài ra trong một số động cơ đốt trong trên trục cam còn có cam dẫn động bơm cao áp và bánh răng dẫn động, bộ chia điện,...

Với trục cam có kích thước dài và trên trục cam bố trí ba vấu cam liền trục và lệch nhau một góc đúng theo chu kỳ cam thải, cam nạp, ngoài ra còn bố trí các cổ trục và cam bơm cao áp để cung cấp nhiên liệu vào trong buồng đốt.

Trục cam của động cơ đốt trong là loại trục có nhiều bậc, nhưng các bậc này không cùng trên một đường tâm, với những mặt lệch tâm này phải có biện pháp gia công thích hợp mới tạo nên hình dạng bề mặt cũng như độ chính xác kích thước. Để gia công trục cam này theo phương pháp truyền thống tiện trên mâm cặp ba chấu bằng

cách gá lệch tâm bằng miếng căn đệm thích hợp hoặc thay miếng căn đệm bằng phương pháp rà gá thực hiện trên mâm cặp bốn chấu,... Với những phương pháp gia công trên có nhược điểm là mất rất nhiều thời gian, đòi hỏi người công nhân có tay nghề cao và không đem lại gia công chính xác biên dạng cam của trục cam, vì vậy để có một trục cam đúng biên dạng giống như thiết kế và độ chính xác cao thì ta tiến hành dùng trên máy mài chuyên dùng bằng phương pháp chép hình theo đúng biên dạng cam mẫu.

Việc chế tạo cam mẫu là một trong những bước quyết định trong chế tạo trục cam. Cam mẫu phải có độ chính xác cao, có biên dạng cam giống như biên dạng cam thiết kế. Với cam có biên dạng phức tạp (là tổ hợp của những cung tròn, đoạn thẳng ..., được khớp nối với nhau thành một đường cong liên tục gọi là biên dạng cam). Gia công trên máy phay hoặc máy mài chép hình vạn năng truyền thống dụng cụ cắt quay còn chi tiết gắn trên bàn máy chuyển động bằng tay nên đòi hỏi phải có sự phối hợp chuyển động giữa dụng cụ cắt với bề mặt của chi tiết không liên tục nên để lại những giao tuyến làm cho bề mặt không được chính xác, đó là nhược điểm và với những yếu tố của máy móc nó còn phụ thuộc vào trình độ tay nghề của người thợ và mất nhiều thời gian, để khắc phục nhược điểm trên, ngày nay khoa học và công nghệ phát triển trong đó có máy công cụ điều khiển số CNC. Đặc điểm gia công trên máy CNC là mọi chuyển động của dụng cụ cắt và dịch chuyển của chi tiết đều được lập trình nên gia công chi tiết có bề mặt nhẵn trơn không để lại giao tuyến và có độ chính xác cao, gia công được các bề mặt phức tạp, rút ngắn được thời gian sản xuất, năng suất cao và có tính năng linh hoạt cao.

Để thực hiện phương pháp này, biên dạng chi tiết mẫu sẽ được

thiết kế dựa vào các công thức xây dựng biên dạng cam trong sách kết cấu động cơ đốt trong. Công việc này được thực hiện như sau:

- + Xác định các đường cong trên biên dạng của các cam chi tiết mẫu bằng các phương pháp tính toán và dựng hình.

- + Xây dựng các đường cong biên dạng cam nạp, cam thải và cam bơm nhiên liệu của chi tiết trên cơ sở dữ liệu thu thập được từ catalog của máy.

- + Xây dựng bản vẽ chi tiết của cam nạp, cam thải và cam bơm nhiên liệu từ các đường cong đã tính toán.

- + Ứng dụng phần mềm Pro/engineer thiết kế và gia công thực nghiệm.

- + Kiểm tra độ chính xác hình dáng, hình học bằng cách so sánh mô hình CAD và sản phẩm sau khi gia công.

Với phương pháp này có thể sử dụng để gia công các chi tiết có biên dạng phức tạp mà nhiều khi phương pháp gia công truyền thống không gia công được hay khó gia công.

Từ những yêu cầu trên và cũng muốn tìm hiểu về lĩnh vực thiết kế và gia công, tác giả chọn đề tài: “ **Nghiên cứu chế tạo cam mẫu trên máy CNC**” làm đề tài cho luận văn thạc sĩ.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu về phương pháp dựng hình biên dạng cam cho trục cam phân phối khí của động cơ đốt trong.

Ứng dụng khả năng công nghệ điều khiển số CNC để gia công biên dạng cam mẫu cho trục cam phân phối khí trên máy.

3. Đối tượng, phạm vi và nội dung nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Biên dạng cam nạp, cam thải và cam bơm nhiên liệu trên trục cam phân phối khí của động cơ đốt trong JIANGDONG S1100.

Máy phay CNC 4 trục Concept Mill 155.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu thiết kế, tính toán phân tích biên dạng cam.

Nghiên cứu công nghệ gia công biên dạng cam mẫu trên máy phay CNC 4 trục.

3.3. Nội dung nghiên cứu

Tổng quan về cơ cấu cam và ứng dụng lý thuyết dựng hình biên dạng cam và gia công thực nghiệm biên dạng cam mẫu, để gia công chép hình trục cam phân phối khí.

4. Phương pháp nghiên cứu

Thu thập tài liệu về biên dạng cam của trục cam phân phối nhiều nguồn.

Nghiên cứu các giáo trình, tài liệu, các bài báo về lĩnh vực gia công biên dạng cam của trục cam phân phối khí của động cơ đốt trong.

Ứng dụng phần mềm Pro/Engineer, để lập trình gia công biên dạng cam

Tiếp cận công nghệ điều khiển số(CNC) để gia công biên dạng cam mẫu.

5. Dự kiến kết quả đạt được

5.1. Ý nghĩa khoa học

Đề tài góp phần vào việc xây dựng phương pháp nghiên cứu, trình tự thiết kế tính toán và công nghệ gia công biên dạng cam mẫu cho trục cam phân phối khí của động cơ đốt trong, sử dụng trong chế tạo và phục hồi sửa chữa biên dạng cam cho trục cam phân phối khí trong sản xuất nhỏ của các xí nghiệp, nhà máy và phục vụ cho công tác đào tạo.

Các kết quả nghiên cứu mang ý nghĩa khoa học:

+ Ứng dụng phần mềm Pro/engineer để thiết kế biên dạng cam và tổng hợp các cam liên trục .

+ Ứng dụng khả năng gia công biên dạng cam cho trục cam mẫu trên máy phay CNC .

5.2. Ý nghĩa thực tiễn

Chế tạo được biên dạng của các cam có độ chính xác cao về hình dáng biên dạng, kích thước, để làm chi tiết mẫu mục đích gia công chép hình cho trục cam phân phối khí của động cơ đốt trong.

Ứng dụng kỹ thuật khớp đường cong trong việc xây dựng biên dạng cam từ đó có thể mở rộng để xây dựng phương trình của các đường cong và bề mặt phức tạp trong công nghệ CAD/CAM.

Xây dựng được bản vẽ cam mẫu phục vụ cho việc nghiên cứu hiệu chỉnh và sử dụng cho cải tiến biên dạng cam nạp, cam thải và cam bơm nhiên liệu.

Lưu trữ chương trình và dữ liệu các thông số về biên dạng cam để làm tiền đề cho việc tái tạo lại biên dạng cam của trục cam phân phối khí

6. Cấu trúc luận văn

Chương 1: Tổng quan về cơ cấu cam

Chương 2: Ứng dụng lý thuyết dựng hình biên dạng cam theo phương pháp thực nghiệm và giải tích

Chương 3: Chế tạo cam mẫu từ biên dạng thiết kế.

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CƠ CẤU CAM

1.1. Giới thiệu và phân loại cơ cấu cam

1.1.1. Khái niệm

Cam là một cơ cấu gồm hai khâu nối với nhau bằng khớp cao, khâu dẫn gọi là cam còn khâu bị dẫn gọi là cần.

1.1.2. Phân loại

1.2. Công dụng của cơ cấu cam

1.3. Các thông số cơ bản của cơ cấu cam.

1.3.2. Thông số động học của cơ cấu cam

1.3.1. Thông số hình học của cam

1.3.3. Thông số lực học của cơ cấu cam

1.4. Một số qui luật chuyển động của cơ cấu cam

1.4.1. Chuyển động của cần

1.4.2. Các dạng qui luật chuyển động của cần

1.5. Phân tích động học cơ cấu cam

1.5.1. Nội dung và thông số của bài toán

1.5.2. Xác định qui luật chuyển động cơ cấu cam cần đẩy đẩy bằng

1.5.3. Xác định luật biến thiên vận tốc của cần trong cơ cấu cam cần đẩy đẩy bằng

1.6. Tổng hợp cơ cấu cam cần đẩy đẩy bằng

1.7. Nhận xét và kết luận

Qua tìm hiểu tổng quan với cơ cấu cam phẳng, tác giả có nhận xét sau:

Cơ cấu cam dùng để tạo nên chuyển động qua lại theo quy luật cho trước, biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến và một chu kì được lặp đi lặp lại nhiều lần như đóng, mở các xupap trong động cơ đốt trong,...v.v.

Cơ cấu cam được sử dụng rộng rãi vì nó đơn giản, hiệu suất cao, rẽ tiền và có ít khâu động.

Chương 2

ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT DỰNG HÌNH BIÊN DẠNG CAM THEO PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM VÀ GIẢI TÍCH

2.1. Giới thiệu trục cam phân phối khí

2.2. Biên dạng cam cho trục cam phân phối khí

2.3. Xây dựng biên dạng cam cho cam nạp, cam thải và cam bơm nhiên liệu

2.3.1. Thông số động cơ đốt trong JIANGDONG S1100

Căn cứ vào các thông số và biểu đồ pha phối khí của động cơ đốt trong JIANGDONG S1100.

- Loại động cơ Diesel, một xylanh, 4 thì nằm ngang phun nhiên liệu trực tiếp.
- Số vòng quay của trục khuỷu $n = 2200$ (vòng/ phút).
- Hành trình của pittông $s = 115$ (mm).
- Đường kính xylanh $D = 100$ (mm).
- Dung tích $V = 0,93$ (lít).
- Công suất $N = 11.63$ KW.
- Tiêu hao nhiên liệu $246,2$ g/KW.h.

Bảng 2.1. Biểu đồ pha phối khí động cơ đốt trong S1100

	0°	180°	360°	540°	720°
Góc quay trục khuỷu		Hút	Nén	Nổ	Xả
Cam nạp		12°	38°		
Cam thải				55°	12°
Cam Bơm nhiên liệu			22°		

2.3.2. Dựng hình biên dạng cam nạp

Căn cứ vào biểu đồ pha phối khí cam nạp của các động đốt trong và qua thực nghiệm xác định góc làm việc của cam (tính theo góc quay của trục cam

$$\alpha_1 = 12^0 \text{ góc mở sớm xupap nạp}$$

$$\alpha_2 = 38^0 \text{ góc đóng muộn xupap nạp}$$

Ta áp dụng công thức tính góc làm việc của cam nạp:

$$\varphi_n = \frac{180^0 + \alpha_1 + \alpha_2}{2} = \frac{180^0 + 12^0 + 38^0}{2} = 115^0$$

Căn cứ vào bố trí chung xác định bán kính lưng cam (bán kính cung chuẩn) R_1 . Qua thực nghiệm đường kính trục cam $d_c = 28 \text{ mm}$

$$R_1 = \frac{d_c}{2} + (0,5 \text{ -- } 1) \text{ mm}$$

Vậy từ công thứ trên ta tính $R_1 = 14,5 \text{ mm}$.

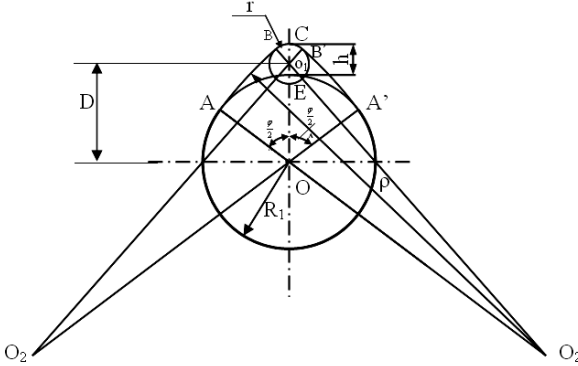
Độ nâng con đội lớn nhất của cam $h = 7,5 \text{ mm}$

Bán kính cong ở đỉnh cam $r = 5 \text{ mm}$

Với biên dạng cam nạp là biên dạng cam lùi có các cung tròn nối với nhau thì cách dựng biên dạng cam như sau:

- Vẽ vòng tròn tâm O bán kính R_1 , xác định góc $\angle AOA' = \varphi_n$, vẽ bán kính OA và OA' làm thành trung độ một góc bằng $\varphi_n/2$.
- Từ điểm vòng tròn R_1 cắt trung độ tại điểm E xác định $EC = h$
- Vẽ vòng tròn đỉnh cam có bán kính r nằm trên đường phân giác ấy tại tâm O_1 đi qua điểm C.

Vẽ cung tròn bán kính ρ tiếp tuyến ngoài với hai đường tròn có bán kính R_1, r có tâm O_2 nằm trên đường kéo dài AO.



Hình 2.3. Dựng hình cam nạp

Công thức xác định bán kính ρ để nối tiếp tuyến hai cung R_1 và r :

$$\rho = \frac{D^2 - r^2 + R_1^2 - 2 R_1 D \cos \frac{\varphi}{2}}{2 (R_1 - r - D \cos \frac{\varphi}{2})} \quad (2.2)$$

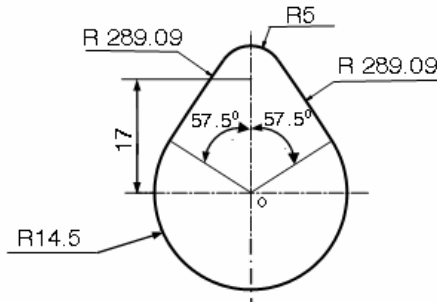
Từ công thức trên ta tính được bán kính $\rho = 286.09\text{mm}$

Trong đó :

$$D = R_1 + h - r = 14,5 + 7,5 - 5 = 17(\text{mm})$$

Các thông số $R_1 = 14,5\text{mm}$; $r = 5\text{mm}$; $\rho = 286,09\text{mm}$

Từ cách dựng hình biên dạng trên ta đã xây dựng được biên dạng cam nạp như (hình 2.5)



Hình 2.5. Biên dạng cam nạp

2.3.3. Dụng hình biên dạng cam thẳng

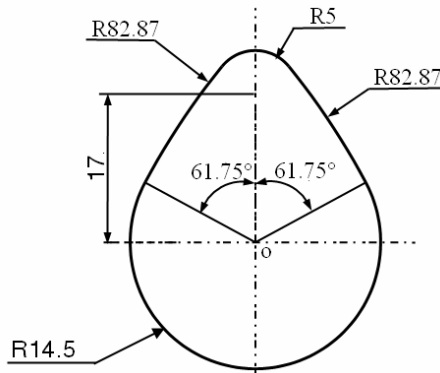
Cũng tương tự như cách dựng hình biên dạng cam nạp, ta tiến hành thay các thông số ta dựng hình được biên dạng cam thẳng

Thông số cam thẳng:

$\beta_1 = 55^\circ$ là góc mở sớm của xupap thẳng.

$\beta_2 = 12^\circ$ là góc đóng muộn của xupap thẳng.

Góc làm việc cam thẳng $\varphi_t = 123,5^\circ$; $D = 17\text{mm}$; $R_1 = 14,5\text{mm}$; $r = 5\text{mm}$, $\rho = 82,87\text{mm}$. ta dựng được biên dạng cam thẳng như (hình 2.6).



Hình 2.6. Biên dạng cam thẳng

2.3.4. Dụng hình biên dạng cam bơm nhiên liệu

Từ phương pháp đo thực nghiệm, các thông số cho trên biểu đồ pha phối khí và kết hợp với phương pháp tính toán ta tiến hành xây dựng biên dạng cam bơm nhiên liệu:

Góc mở sớm bắt đầu phun nhiên liệu: $\mu_1 = 22^\circ$ so với điểm chết trên trong hình trình nén và kết thúc phun nhiên liệu tại điểm chết trên $\mu_2 = 0^\circ$

Bán kính lưng cam $R_1 = 15\text{ mm}$

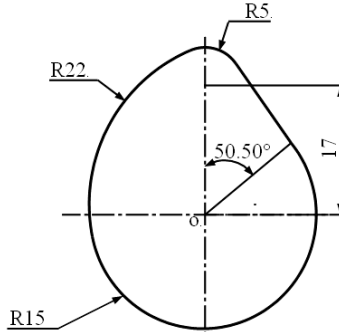
Độ nâng cam lớn nhất $h = 7\text{ mm}$

Bán kính cong đỉnh cam $r = 5\text{ mm}$

Bán kính cong tiếp tuyến hai cung R_1, r trong giai đoạn cam về gần
 $\rho = 22\text{mm}$

Góc làm việc của cam bơm: $\varphi_b = 101^\circ$

Cách dựng biên dạng cam bơm nhiên liệu cũng tương tự ta
được biên dạng như (hình 2.7)



Hình 2.7. Biên dạng cam bơm nhiên liệu

2.4. Phân tích động học cơ cấu cam

2.4.1. Động học của con đội đáy bằng làm việc trên mặt cam nạp

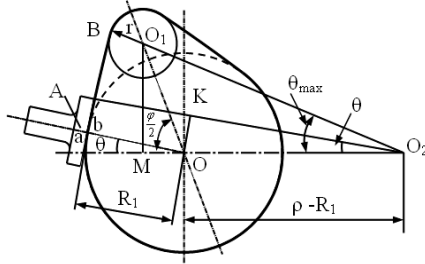
Mặt làm việc của cam nạp gồm hai phần: phần cung bán kính ρ và phần cung bán kính r . Vì vậy qui luật động học của con đội trên hai cung cũng khác nhau. Trong giai đoạn I, con đội trượt trên mặt cam từ A đến B tương ứng với góc quay của cam từ $\theta = 0$ đến $\theta = \theta_{\max}$. Giai đoạn II, con đội trượt trên cung r , từ B đến với C ứng với góc quay $\gamma = \gamma_{\max} = \varphi/2 - \theta_{\max}$ đến $\gamma = 0$.

2.4.1.1. Động học con đội trong giai đoạn I(đi từ A đến B)

a. Chuyển vị của con đội

$$h\theta = ab = aO - R_1 = \rho - (\rho - R_1)\cos\theta - R_1$$

Hoặc
$$h\theta = (\rho - R_1)(1 - \cos\theta) \quad (2.6)$$



Hình 2.8. Động học của con đội trong giai đoạn I

b. Vận tốc của con đội:

$$v_{\theta} = \frac{dh_{\theta}}{dt} = \frac{dh_{\theta}}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega_c (\rho - R_1) \sin \theta \quad (2.8)$$

c. Gia tốc của con đội:

$$j_{\theta} = \frac{dv_{\theta}}{dt} = \frac{dv_{\theta}}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega_c^2 \cdot (\rho - R_1) \cos \theta \quad (2.9)$$

Vậy trong giai đoạn I con đội đẩy bằng tiếp xúc với mặt cam trượt trên đường cong có bán kính ρ chuyển vị một đoạn h_{θ} tương ứng với góc quay của cam từ $\theta = 0$ đến $\theta_{\max} \approx 2,9^{\circ}$

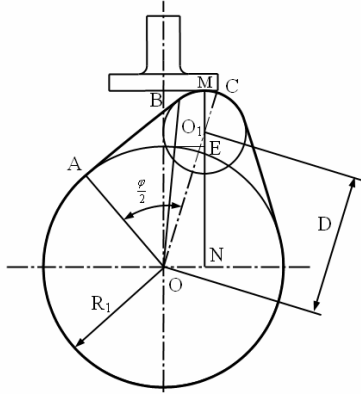
2.4.1.2. Động học con đội trong giai đoạn II(đi từ B đến C)

Trong giai đoạn II, con đội trượt trên cung r từ B đến C, ứng với góc quay $\gamma = \gamma_{\max} = \varphi/2 - \theta_{\max}$ đến $\gamma = 0$.

a. Chuyển vị của con đội:

Khi bề mặt đáy con đội tiếp xúc bề mặt cam tại vị trí điểm B đến điểm C ứng với vị trí đúng xa của con đội, trượt trên cung r lúc đó ứng với góc γ , (hình 2.9) chuyển vị con đội có thể xác định theo quan hệ sau:

$$h\gamma = r + D \cos \gamma - R_1 \quad (2.10)$$



Hình 2.9 Động học con đội đáy bằng giai đoạn II

b. Vận tốc của con đội

Ta lấy đạo hàm hai vế của phương trình trên với thời gian ta được vận tốc của con đội

$$v_\gamma = \frac{dh_\gamma}{dt} = \frac{dh_\gamma}{d\gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} \quad (2.11)$$

Ta được :

$$v_\gamma = -\omega_c \frac{dh_\gamma}{d\gamma} = \omega_c D \sin \gamma \quad (2.12)$$

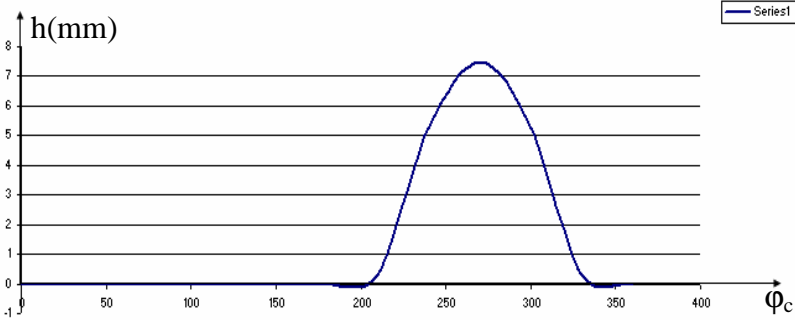
c. Gia tốc con đội: ta lấy đạo phương trình vận tốc theo thời gian ta được phương trình gia tốc

$$j_\gamma = -\omega_c^2 \cdot D \cdot \cos \gamma \quad (2.13)$$

d. Dùng phương pháp đổi giá ta được đồ thị chuyển vị con đội trong cam nạp(hình 2.11)

Bảng 2.2. Giá trị chuyển vị của con đội cam nạp

φ^0	0	30	60	90	120	150	180
h(mm)	0	0	0	0	0	0	0
φ^0	210	240	270	300	330	360	
h(mm)	0	5,239	7,5	5,239	0	0	



Hình 2.11 Chuyển vị của con đội cam nạp

2.4.2. Động học của con đội đáy bằng làm việc trên mặt cam thẳng

Phương pháp xác định động học con đội cam thẳng cũng tương tự như cam nạp ta cũng có kết quả chuyển vị con đội, vận tốc con đội và gia tốc trong hai giai đoạn ta được kết quả sau đây:

2.4.1.1. Động học con đội trong giai đoạn I(đi từ F đến G)

a. Chuyển vị của con đội: $h\theta = (\rho - R_1)(1 - \cos\theta)$ (2.14)

b. Vận tốc của con đội: $v_\theta = \frac{dh_\theta}{dt} = \frac{dh_\theta}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega_c(\rho - R_1)\sin\theta$ (2.16)

c. Gia tốc của con đội: $j_\theta = \frac{dv_\theta}{dt} = \frac{dv_\theta}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega_c^2 \cdot (\rho - R_1)\cos\theta$ (2.17)

Vậy trong giai đoạn I con đội đáy bằng tiếp xúc với mặt cam ứng với góc quay của cam từ $\theta = 0$ đến $\theta_{\max} \approx 10,95^\circ$

2.4.1.2. Động học con đội trong giai đoạn II(đi từ G đến H)

Trong giai đoạn II, con đội trượt trên cung r từ G đến H, ứng với góc quay $\gamma = \gamma_{\max} = \phi/2 - \theta_{\max}$ đến $\gamma = 0$

a. Chuyển vị của con đội: $h\gamma = r + D \cos\gamma - R_1$ (2.18)

b. Vận tốc của con đội trong giai đoạn II:

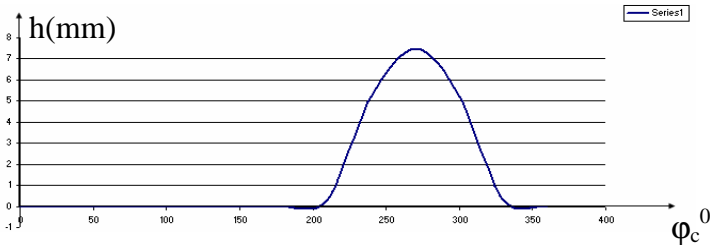
$$v_\gamma = -\omega_c \frac{dh_\gamma}{d\gamma} = \omega_c D \sin\gamma$$
 (2.20)

c. Gia tốc con đội: $j_\gamma = \frac{dv_\gamma}{dt} = \frac{dv_\gamma}{d\gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} = -\omega_c \cdot \frac{dv_\gamma}{d\gamma}$ (2.21)

d. dùng phương pháp đổi giá ta được đồ thị chuyển vị con đội trong cam thái

Bảng 2.3. Giá trị chuyển vị của con đội cam thái

φ^0	0	30	60	90	120	150	180
h(mm)	0	0	0	0	0	0	0
φ^0	210	240	270	300	330	360	
h(mm)	0,006	5,216	7,5	5,216	0,006	0	

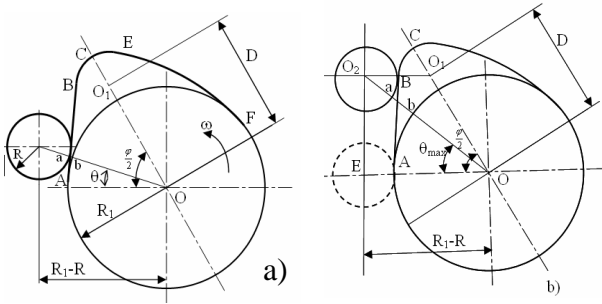


Hình 2.15. Chuyển vị con đội cam thái

2.4.3. Động học của con đội con lăn làm việc trên mặt cam bom nhiên liệu

Từ biên dạng của cam ta thấy phần làm việc của cam trong giai đoạn đầu con lăn bắt đầu lăn trên mặt cam phần mặt phẳng AB là tiếp tuyến với hai mặt trụ R_1 và r và phần mặt trụ r từ B đến E vì vậy phần động học của con đội con lăn trên hai đó khác nhau. Còn mặt cong từ E đến F là giai đoạn con lăn đi về gần. Nhưng từng giai đoạn quy luật động học không đổi.

Giai đoạn thứ nhất tính từ khi cam bắt đầu nâng con đội (điểm A trên hình 2.16) đến khi con lăn hết phần mặt tiếp tuyến (điểm B). Góc quay của cam ứng với giai đoạn này là $\theta = 0$ đến $\theta = \theta_{\max}$, giai đoạn thứ hai bắt đầu từ B đến C trên phần mặt trụ r . Góc quay của trục cam ứng với giai đoạn này là $\gamma = \gamma_{\max}$ đến $\gamma = 0$. trong đó $\gamma_{\max} = \varphi/2 - \theta_{\max}$.



Hình 2.16 Động học của con đội con lăn giai đoạn I

2.4.3.1. Động học của con đội con lăn trong giai đoạn I (từ A đến B)

a. Chuyển vị của con đội con lăn:

$$h_\theta = ab = OO_2 - (R + R_1) = \frac{(R + R_1)}{\cos \theta} - (R + R_1)$$

b. Vận tốc con đội con lăn

$$v_\theta = (R + R_1) \omega_c \frac{\operatorname{tg} \theta}{\cos \theta} \quad (2.23)$$

c. Gia tốc của con đội con lăn

$$j_\theta = \frac{dv_\theta}{dt} = \frac{dv_\theta}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = (R + R_1) \omega_c^2 \left(\frac{1 + \sin^2 \theta}{\cos^3 \theta} \right)$$

2.4.3.2. Động học của con đội con lăn trong giai đoạn II (từ B đến C)

a. Chuyển vị của con đội con lăn $h_\gamma = ab = OO_2 - (R + R_1) =$ (2.26)

$$= \sqrt{(R + r) - (D \sin \gamma)^2} + D \cos \gamma - (R + R_1)$$

b. Vận tốc của con đội con lăn

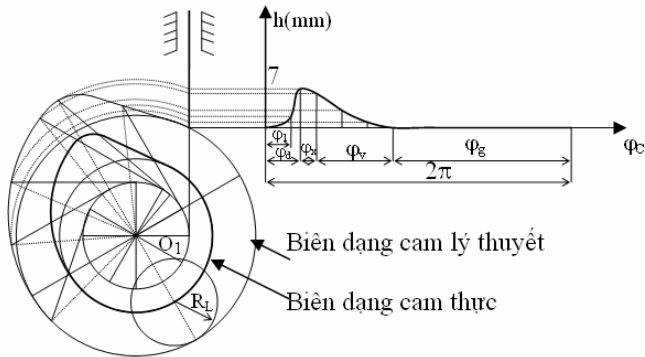
$$v_\gamma = \frac{dh_\gamma}{dt} = \frac{dh_\gamma}{d\gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} = -\omega_c \left(\frac{D^2 \sin \gamma \cos \gamma}{\sqrt{(R + r)^2 - (D \sin \gamma)^2}} + D \sin \gamma \right) \quad (2.27)$$

c. Gia tốc của con đội con lăn

$$j_\gamma = \frac{dv_\gamma}{dt} = \frac{dv_\gamma}{d\gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} = -\omega_c^2 \left(D^2 \frac{D^2 \sin^4 \gamma - (R + r)(2 \sin^2 \gamma - 1)}{[(R + r)^2 - (D^2 \sin^2 \gamma)]^{3/2}} + D \cos \gamma \right) =$$

$$= -\omega_c^2 D \left\{ \frac{D [D^2 \sin^4 \gamma + (R + r)^2 \cos 2\gamma]}{[(R + r)^2 - D^2 \sin^2 \gamma]^{3/2}} + \cos \gamma \right\} \quad (2.28)$$

d. Chuyển vị con đội ứng với góc quay của cam bơm nhiên liệu



Hình 2.18. Chuyển vị con đội con lăn

2.5. Ứng dụng phần mềm Pro/Engineer thiết kế cam

2.5.1. Giới thiệu phần mềm Pro/Engineer

2.5.2 Thiết kế trục cam mẫu gồm ba cam (cam nạp, cam thải và cam bơm nhiên liệu)

2.6. Nhận xét và kết luận

Cam là một biên dạng phức tạp gồm nhiều đường cong khớp nối lại với nhau tạo thành một biên dạng hoàn chỉnh.

Việc ứng dụng lý thuyết tính toán bằng phương pháp giải tích ta dễ dàng xây dựng các biên dạng cam và ứng dụng phần mềm Pro/engineer2001 thiết kế biên dạng cam mẫu hoàn chỉnh.

Vậy cam mẫu thiết kế hoàn chỉnh trên tác giả tiến hành nghiên cứu chọn phương pháp gia công, kiểm tra và đánh giá.

Chương 3

CHẾ TẠO CAM MẪU TỪ BIÊN DẠNG THIẾT KẾ

3.1. Chọn phương pháp gia công

Gia công biên dạng cam có rất nhiều phương pháp gia công nhưng như tiện định hình phương pháp truyền thống, phay định hình, có nhược điểm độ chính xác không cao, các phương pháp đặc biệt

thì thiết bị đắt tiền không phù hợp với sản xuất nhỏ nên chọn phương pháp gia công điều khiển số(CNC)(*Compute Numerical Control*)

3.2. Tổng quan về máy công cụ CNC

3.2.1. Một số khái niệm về điều khiển số

3.2.2. Các thông số cơ bản của máy công cụ CNC

3.2.3. Khả năng điều khiển của máy công cụ CNC

3.2.4. Tính vạn năng và độ chính xác của máy công cụ CNC

3.2.4.1. Tính vạn năng của máy công cụ CNC

3.2.4.2. Độ chính xác của máy CNC

3.3. Quy trình gia công chế tạo cam mẫu

3.3.1. Bản vẽ chế tạo của trục cam mẫu

3.3.2. Trình tự gia công trục cam mẫu

3.3.2.1. Chuẩn phôi

3.3.2.2. Nguyên công 1 tiện

3.3.2.3 Nguyên công 2 phay

3.3.3. Chọn chế độ cắt khi gia công

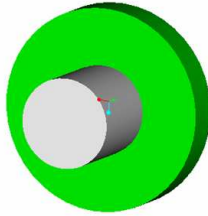
3.4. Lập trình gia công cam mẫu trên máy CNC

3.4.1. Lưu đồ quá trình thiết lập quy trình công nghệ gia công chi tiết trong Pro/ Engineer 2001

3.4.2. Ứng dụng phần mềm Pro/Engineer 2001 lập trình gia công và xuất chương trình gia công phay biên dạng cam

3.4.2.1. Tạo phôi cho chi tiết gia công trong Pro/engineer

Đưa chi tiết gia công vào môi trường gia công chọn Mfg Model→Assemble→Ref Model→hộp thoại mở ra và chọn chi tiết được thiết theo dạng Part có tên là cam11.part →open chi tiết cam xuất hiện trên màn hình → Done/return.



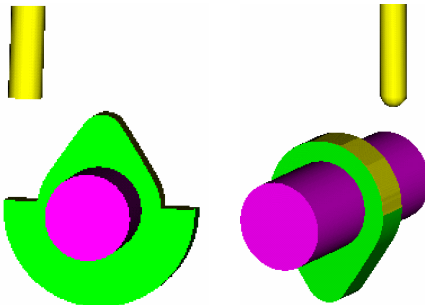
Hình 3.9. Tạo phôi cho chi tiết gia công biên dạng cam nạp

3.4.2.2 Lập phiếu công nghệ gia công phay biên dạng của các cam

A. Phiếu công nghệ phay biên dạng cam nạp

Lập trình gia công biên dạng cho cam nạp được thực hiện bốn bước (hai bước gia công thô và hai bước gia công tinh)

Manufacturing Parameters	
-. CUT_FEED	200
-. ROUGH_STEP_DEPTH	0
-. STEP_OVER	3
-. PRIOR_STOCK_ALLOW	0
-. CHK_SRF_STOCK_ALLOW	-
-. SCALLOP_HGT	1
-. CUT_ANGLE	0
-. SIGNAL_TYPE	TYPE_1
-. LACE_OPTION	LINE_CONNECT
-. SPINDLE_SPEED	3000
-. COOLANT_OPTION	OFF
-. CLEAR_DIST	20



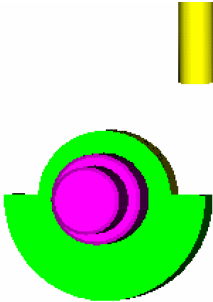
Hình 3.14. Mô phỏng phay thô đỉnh cam nạp

Hình 3.16 Mô phỏng phay biên dạng tinh cùng gần tâm cam nạp

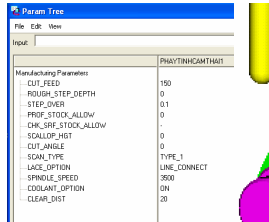
B. Phiếu công nghệ phay biên dạng cam thải

Lập phiếu công nghệ phay biên dạng cam thải cũng tương tự như biên phiếu công nghệ phay biên dạng cam nạp. Nhưng kết cấu cam nạp và cam thải liền trục và góc lệch hai đỉnh cam khác tên $107,25^{\circ}$.

Lập trình gia công biên dạng cho cam thải được thực hiện bốn bước (hai bước gia công thô và hai bước gia công tinh)



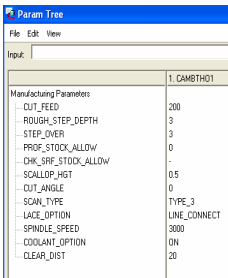
Hình 3.19. Mô phỏng phay thô biên dạng cam thái cung gần tâm cam



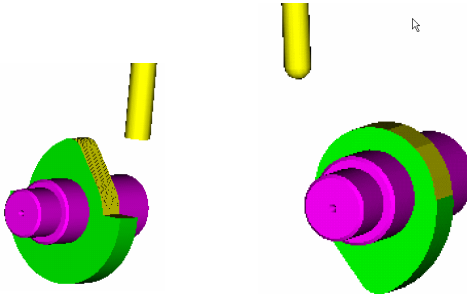
Hình 3.23. Mô phỏng phay tinh biên dạng đỉnh cam thái

C. Phiếu công nghệ phay biên dạng cam bơm nhiên liệu

Quá trình lập phiếu công nghệ phay biên dạng cam thái cũng tương tự như biên phiếu công nghệ phay biên dạng cam nạp. Nhưng kết cấu cam nạp và cam thái liền trục và góc lệch hai đỉnh cam khác tên 224⁰.



Hình 3.26. Mô phỏng phay thô biên dạng cam bơm cung đỉnh cam



Hình 3.28. Mô phỏng phay tinh biên dạng cam bơm nhiên liệu

D. Xuất chương trình gia công của 3 biên dạng cam

Để xuất chương trình gia công NC ta thực hiện như sau:

Vào mô đun CLData → NCsequence → chọn các bước gia công → File → Done. Lúc này xuất hiện hộp thoại Save a copy ta đặt tên rồi OK → Done output → Postprocess → chọn tên vừa mới đặt → Open → Done → UNCX01.P12 → Done/return ta được file

G-code có phần mở rộng *TAP,

Chương trình chạy các biên dạng cam chỉnh sửa hoàn chỉnh

O0111 (CAMNAPTHO_1)	O0112 (CAMNAPTHO_2)
N20 G90 G54	N20 G90 G54
N25 G52 X-1	N25 G52 X-1
N30 T1 M06 (ENDMILL12)	N30 T1 M06 (ENDMILL12)
N35 S2000 M03	N35 S2000 M03
N36 G0 Q0	N35 G0 Q180
N40 G0 G43 Z50. H1	N40 G0 G43 Z50. H1
.....
N5430 G0 Z50.	N5865 G0 Z50.
N5435 M30	N5870 M30
%	%
O0113 (CAMNAPTINH_1)	%
N20 G90 G54	O0114 (CAMNAPTINH_2)
N25 G52 X-1	N20 G90 G54
N30 T3 M06 (BALLMILL12)	N25 G52 X-1
N35 S2200 M03	N30 T3 M06 (BALLMILL12)
N36 G0 Q0
N40 G0 G43 Z50. H3	N9175 G0 Z50.
.....	N9180 M30
N1200 G0 Z50.	%
N1205 M30	

Tương tự như cam nạp chỉnh sửa và hoàn chỉnh chương trình gia công cho cam thái và cam bơm nhiên liệu cho phù hợp với hệ điều khiển Fanuc, ta được toàn bộ chương trình gia công cho ba cam mẫu.

3.4.3. Gia công biên dạng cam mẫu của ba cam

Từ các chương trình gia công trên, ta tiến hành gia công cam mẫu trên máy tiện CNC Turn 250, máy phay CNC 4 trục Concept Mill 155, được thực hiện như sau.

3.4.3.1. Gia công trên máy tiện CNC Turn 250

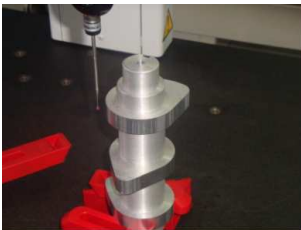
Thực hiện nguyên công tiện trên máy CNC Turn 250 gồm có 6 bước. Nguyên công này tiện phôi chuẩn bị cho nguyên công phay biên dạng.

3.4.3.2. Gia công trên máy phay CNC 4 trục Emco Concept Mill155

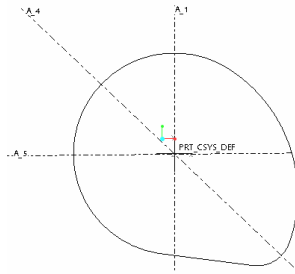
Thực hiện gia công phay biên dạng trên máy phay được thực hiện 6 bước.

3.5. Kiểm tra kích thước và hình dáng hình học của cam mẫu

Sau khi gia công xong ta tiến hành kiểm tra kích thước và hình dáng hình học của cam mẫu bằng máy đo ba chiều CMM (Coordinate Measuring Machine) Mitutoyo Beyond Crysta C544 tại phòng thực hành chương trình đào tạo kỹ sư chất lượng cao của trường đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng. Ta tiến hành đo các biên dạng sau đó ta thu được một tập hợp m điểm trên mỗi biên dạng cam rồi ta lưu các số liệu của mỗi biên dạng dưới dạng file *.pts lưu vào dữ liệu, dùng phần mềm Pro/engineer tái tạo lại các biên dạng rồi phân tích kết quả sau đó so sánh với bản vẽ thiết kế cam mẫu rồi kết luận sản phẩm đạt hay không đạt



Hình 3.40 Đo biên dạng cam
bơm nhiên liệu trên CMM C544



Hình 3.41. Biên dạng cam bơm nhiên liệu được tái tạo từ tập hợp các điểm

Đo đạc biên dạng và tái tạo lại biên dạng cam nạp và cam thải tương như cam bơm nhiên liệu.

Kết quả đo biên dạng và tái tạo lại rồi so sánh với bản vẽ thiết kế cam mẫu. Kích thước và hình dáng hình học cam mẫu đạt yêu cầu

3.5 . Nhận xét và kết luận

Với công nghệ và khoa học kỹ thuật phát triển hiện nay, việc gia công và phương pháp kiểm tra các biên dạng phức tạp như biên dạng cam trở nên đơn giản, chính xác cao nhờ vào sự trợ giúp của máy tính, đã giúp cho việc lập trình gia công biên dạng cam đơn giản, nhanh chóng và đạt được độ chính xác cao.

Với máy công cụ điều khiển số (CNC) đã giúp cho việc gia công chi tiết có biên dạng không tròn xoay trở nên đơn giản nhờ vào sự điều khiển kỹ thuật số đem lại độ chính xác cao và có tính linh hoạt, máy đo tọa CMM đã giúp cho chúng ta kiểm tra các biên dạng cam dễ dàng và đem lại sự tin cậy của chi tiết cam mẫu cũng như việc tái tạo lại biên dạng nhanh chóng và chính xác cho những lần cải tiến sau này từ tập hợp các điểm đo trên biên dạng cam.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

1. Kết luận

Sau thời gian thực hiện đề tài luận văn thạc sĩ, tác giả thu thập tài liệu, trao đổi học thuật với thầy chuyên môn, đồng nghiệp và cùng với nhiệt tình thầy giáo hướng dẫn khoa học. Luận văn đã hoàn thành được các nội dung sau:

Giới thiệu tổng quan về cơ cấu cam và ứng dụng của cơ cấu cam trong kỹ thuật. Vận dụng lý thuyết tính toán và dựng hình biên dạng cho cam nạp, cam thải, cam bơm nhiên liệu và độ lệch góc giữa

các đỉnh cam với nhau và ứng dụng phần mềm Pro/Engineer đã thiết kế hoàn chỉnh một trục cam mẫu trong đó có ba biên dạng cam (cam nạp, cam thải và cam dẫn động bơm nhiên liệu vào buồng đốt của động cơ đốt trong).

Ứng dụng phần mềm Pro/engineer để lập trình gia công cho các biên dạng cam và sử dụng dụng cắt dao cầu để gia công bao hình cho các biên dạng cam có bề mặt định hình không tròn xoay trên máy phay CNC 4 trục đã gia công một trục cam mẫu cho độ chính xác về kích thước và hình dáng hình học đúng theo yêu cầu kỹ thuật.

Ứng dụng phương pháp kiểm tra chi tiết cam mẫu bằng máy đo tọa độ CMM Mitutoyo Beyond Crystac C544 đem lại sự tin cậy cho cam mẫu để gia công mài chép hình cho trục cam phân phối khí của động đốt trong cũng như việc tái tạo và cải tiến biên dạng cam trở nên đơn giản nhanh chóng và chính xác cao nhờ tập hợp các điểm đo trên biên dạng, nhờ vào ứng dụng phần mềm Pro/engineer.

2. Hướng phát triển đề tài

Bên cạnh chế tạo trục cam mẫu đạt được về kích thước và hình dáng, hình học đạt theo yêu cầu kỹ thuật đề ra. Tuy vậy đề tài vẫn còn một số vấn đề cần phải tiếp tục nghiên cứu phát triển và hoàn thiện hơn:

Nghiên cứu mô hình tính toán, phân tích động học chi tiết máy bằng phần mềm Pro/Engineer, để từ đó xác định được thông số chính xác hơn.

Nghiên cứu, ứng dụng các bài toán để xây dựng các phương trình tham số cho các biên dạng phức tạp đưa vào phần mềm Pro/Engineer, từ đó vẽ ra được các biên dạng và ứng dụng phần mềm Pro/Engineer lập trình gia công cho chi tiết.