

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THÂN DAO PHAY GHÉP MẢNH BẰNG CÔNG NGHỆ CAD/CAM/CNC

A STUDY OF MANUFACTURING INSERTED-BLADE MILLING CUTTER USING CAD/CAM/CNC TECHNOLOGY

Trần Xuân Tuy, Trần Minh Thông, Trần Phước Thanh, Nguyễn Phạm Thế Nhân

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; tranxuantuy@yahoo.fr

Tóm tắt - Bài báo trình bày việc ứng dụng công nghệ CAD/CAM/CNC để gia công một số loại thân dao phay sử dụng trên máy CNC. Trong đó, giới thiệu tổng quan về công nghệ CAD/CAM/CNC, quá trình thiết kế và lập trình gia công thân dao phay ghép mảnh trên phần mềm Pro/Engineer Wildfire 5.0. Việc chế tạo thử nghiệm sản phẩm đã đạt được kết quả tương đối giống nhau về biên dạng, kích thước đường kính sau khi lắp mảnh cắt cứng như độ chính xác gia công sau khi gia công thử nghiệm các mẫu thử so sánh với dao phay chuẩn của các hãng. Sản phẩm sẽ góp phần thay thế một số dụng cụ cắt nhập khẩu (như các hãng Mitsubishi, Sandvik Coromant, Ceratizit, Kyocera, Seco...), đồng thời giảm chi phí đầu tư dụng cụ cắt cho các doanh nghiệp sản xuất cũng như các cơ sở đào tạo nghề.

Từ khóa - CAD/CAM/CNC; Pro/Engineer; máy CNC; dụng cụ cắt kim loại; dao phay.

Abstract - This paper presents the application of CAD/CAM/CNC technology to manufacture some kinds of body of milling cutter used on CNC machines. Based on the overview concepts of CAD/CAM/CNC, process of design and programming to manufacture body of milling cutter on Pro/Engineer Wildfire 5.0 software is done. The prototype products have achieved similar result of profile, diameter after installing inserted blade as well as precision of testing cutting process of some samples compared to the standard milling cutter of some famous manufacturers. Products will contribute to replacing some imported cutting tools (such as Mitsubishi, Sandvik Coromant, Ceratizit, Kyocera, Seco...), while reducing the investment cost of cutting tools for manufacturing factories as well as vocational training institutions.

Key words - CAD/CAM/CNC; Pro/Engineer; CNC machine; cutting tool; milling cutter.

1. Đặt vấn đề

Công nghệ gia công trên máy CNC đã được sử dụng phổ biến ở Việt Nam nói chung và TP Đà Nẵng nói riêng. Với việc sử dụng các máy CNC, ngoài việc chất lượng bề mặt sản phẩm được nâng cao thì năng suất gia công cũng được cải thiện đáng kể. Từ đó, những sản phẩm tạo ra sẽ có giá cạnh tranh hơn nhưng vẫn thỏa mãn những yêu cầu khắt khe từ khách hàng. Tuy nhiên, để duy trì được các yếu tố trên thì việc sử dụng các dụng cụ cắt gọt phù hợp và đảm bảo chất lượng là một trong những tiêu chí quan trọng bậc nhất.

Trên máy CNC thường sử dụng dao hợp kim ghép mảnh. Do yêu cầu cao về chất lượng, nên ở nước ta hiện nay hầu như chưa có cơ sở nào sản xuất dụng cụ cắt dùng cho máy CNC. Nguồn cung cấp dụng cụ cắt cho máy CNC thật sự khan hiếm. Đối với các doanh nghiệp lớn, thường đặt hàng dụng cụ cắt gọt tiếp từ những nhà sản xuất nổi tiếng ở nước ngoài như: Mitsubishi, Sandvik Coromant, Ceratizit, Kyocera, Seco... với chất lượng đảm bảo đi kèm với giá thành khá cao. Tuy nhiên, đối với nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ, xưởng gia công, phòng thí nghiệm, trung tâm dạy nghề thì việc đầu tư thường xuyên dụng cụ cắt gọt với tiêu chuẩn cao như vậy thường gặp rất nhiều khó khăn.

Để giải quyết vấn đề này, nghiên cứu trình bày khả năng ứng dụng công nghệ CAD/CAM/CNC để gia công các thân dụng cụ cắt nhằm chủ động tạo ra nguồn thay thế một phần các dụng cụ cắt của các hãng đã có, góp phần giảm chi phí đầu tư mua sắm dụng cụ cho các doanh nghiệp sản xuất cũng như các cơ sở đào tạo nghề.

2. Công nghệ CAD/CAM/CNC trong gia công cơ khí

2.1. Vài nét về công nghệ CAD/CAM

Để có thể tăng năng suất, tăng chất lượng sản phẩm,

tiết kiệm được thời gian, giảm giá thành chế tạo thì các nhà sản xuất cần phải vận dụng những thành tựu của công nghệ hiện đại, đó chính là: “Công nghệ CAD/CAM” và kỹ thuật điều khiển chương trình số CNC (Computer Numerical Control) [2-4].

Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều phần mềm CAD/CAM đang được sử dụng như: Pro/Engineer, Cimatron, Solidwork, Catia, Mastercam... Phần mềm nào cũng có điểm mạnh, điểm yếu khác nhau tùy vào mục đích sử dụng và khả năng kinh tế của người sử dụng. Phần mềm Pro/ENGINEER (Pro/E) là một trong những phần mềm CAD/CAM mạnh nhất hiện nay, được ứng dụng vào gia công cơ khí, đặc biệt là trong lĩnh vực thiết kế và chế tạo khuôn mẫu [1]. Qua một thời gian sử dụng phần mềm Pro/E, các nhà chuyên môn nhận định rằng chưa có phần mềm nào hiện nay có thể vượt qua Pro/E trong lĩnh vực thiết kế và chế tạo khuôn mẫu. Các chi tiết được thiết kế ra đều ở dạng tham số, nên có thể hiệu chỉnh kích thước của chúng tùy ý một cách dễ dàng cho phù hợp với yêu cầu hình dáng đã đề ra.

2.2. Dao phay sử dụng trên máy CNC

Dao phay là dụng cụ cắt có nhiều lưỡi cắt được dùng để gia công các loại bề mặt khác nhau. Khi sử dụng trên máy phay CNC thì nó có thể gia công được nhiều bề mặt phức tạp hơn so với máy công cụ truyền thống; với những máy có tốc độ trục chính lớn có thể sử dụng được các dao phay ngón rất bé (đường kính tới 0,3mm) để phay được các rãnh rất hẹp. Quan trọng hơn là khi sử dụng trên máy CNC kết hợp với hệ thống thay dao tự động đã tiết kiệm được rất nhiều thời gian phụ và có thể gia công được hầu hết các bề mặt trên một máy [2, 3].

Dao phay sử dụng trên máy CNC thường có hai loại liền khối và ghép mảnh. Loại ghép mảnh có kết cấu lắp

ghép giữa mảnh dụng cụ cắt và thân dao cắt nhờ cơ cấu kẹp tương ứng được sử dụng rất phổ biến. Các dao phay này phải đáp ứng được những yêu cầu về thời gian sử dụng lâu nhất của các mảnh hợp kim không mài lại, để đảm bảo cho các thông số hình học của dao cố định trong quá trình sử dụng. Một số dao phay có kết cấu lắp ghép được thể hiện như Hình 1.



Hình 1. Các loại dao phay ghép mảnh

2.3. Các loại thân dao phay ghép mảnh trên máy CNC

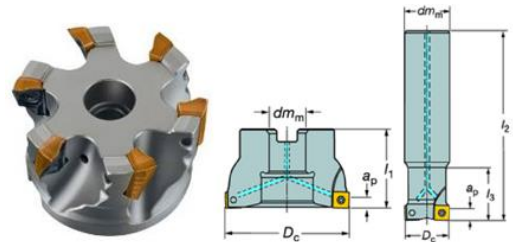
Trong các loại dao phay ghép mảnh dùng trên máy điều khiển số CNC, tùy theo số lượng mảnh dao (số răng dao) bố trí trên một chu vi của dao mà người ta lại phân chúng ra làm 3 loại dao phay: Loại dao răng thưa, loại dao phay có số răng kín bình thường và loại dao có số răng rất kín.

Trường hợp phân loại theo đặc điểm công nghệ, dao phay sử dụng trên máy CNC được phân ra các loại dao phay mặt phẳng và dao phay ngón.

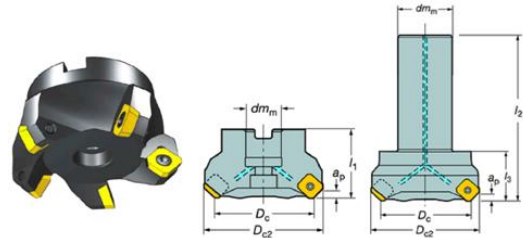
2.3.1. Dao phay mặt phẳng

Khi sử dụng dao ghép mảnh trên máy CNC thường chỉ phát triển mạnh các loại dao phay mặt đầu để gia công mặt phẳng. Vì có những ưu điểm như việc ghép mảnh trên dao phay mặt đầu thuận tiện hơn dao phay trụ. Trên các máy CNC, vì áp dụng phương pháp thay dao tự động nên các dao chỉ lắp công-xôn trên trục chính, khi đó nếu dùng dao phay trụ sẽ làm yếu dao khi phần công-xôn dài. Độ cứng vững của dao phay mặt đầu cao, tạo điều kiện để nâng cao được chế độ cắt. Khi dùng dao phay mặt đầu cho phép sử dụng dao có đường kính lớn để gia công những mặt có kích thước lớn như vậy sẽ làm tăng năng suất gia công. Có nhiều loại dao phay mặt phẳng khác nhau, nhưng ba loại dao được dùng phổ biến nhất là dao có góc nghiêng chính bằng 0° (mảnh dao hình tròn), góc 45° (mảnh dao hình vuông), và góc 90° (mảnh dao hình vuông hoặc hình chữ nhật). Kết cấu một số dao phay mặt phẳng như Hình 2, 3 và 4 [6].

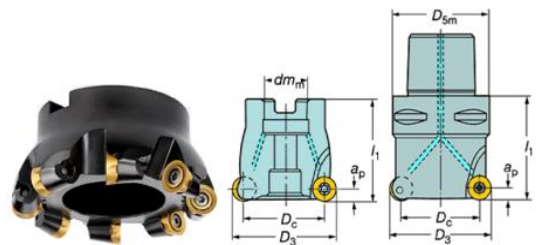
Dao có $\varphi = 90^\circ$ sử dụng mảnh vuông, ghép mảnh vào thân dao tạo góc nghiêng chính 90° , dùng gia công các mặt phẳng bậc, mặt trụ bậc. Cũng có thể sử dụng như một dao phay rãnh, phay mặt phẳng. Dao có $\varphi = 45^\circ$ là loại dao chuyên dùng để gia công mặt phẳng, vát mép với góc vát 45° và thích hợp ở điều kiện gia công thô hoặc bán tinh. Không nên dùng dao này để gia công rãnh hay gia công lỗ trụ, bởi vì thông số hình học của dao không thích hợp cho việc gia công những bề mặt đó. Dao sử dụng mảnh tròn có phần thân được thiết kế rất cứng vững, sử dụng không chỉ cho gia công mặt phẳng, mà còn gia công nhiều bề mặt khác như: gia công hốc trụ, hốc chữ nhật, các mặt dốc, mặt cong (3D).



Hình 2. Dao phay mặt đầu có góc nghiêng bằng 90°



Hình 3. Dao phay mặt đầu có góc nghiêng bằng 45°



Hình 4. Dao phay mặt đầu có lưỡi cắt tròn

Phần thân dao được thiết kế với độ cứng vững rất cao và thường có 3 kiểu thân dao là: Kiểu dao với cán dao hình trụ dài, loại này dùng cho các dao phay có đường kính nhỏ. Kiểu dao không có cán dao liền, có lỗ để lắp trục dao. Loại này được định vị với cán dao nhờ lỗ trụ và mặt đầu, truyền lực nhờ rãnh then bố trí vuông góc với trục dao, lực kẹp nhờ bu-lông bắt từ mặt đầu dao vào trục dao. Loại thứ ba là kiểu dao không có cán liền, không có rãnh then truyền lực. Vì không có rãnh then, nên lực truyền từ cán dao đến đầu dao nhờ lực xiết khi lắp đầu dao vào cán dao.

Các loại dao phay mặt phẳng đã được tiêu chuẩn hoá và kí hiệu thống nhất để dễ dàng cho việc sử dụng. Cụ thể cách kí hiệu của hãng Sandvik như sau [6]: R290-063Q22-12M. Chữ cái đầu tiên chỉ hướng làm việc của dao phay: R là dao làm việc hướng phải, L là dao làm việc theo hướng trái. Chữ số tiếp theo (2, 3, 4...) là chỉ thể hệ dụng cụ cắt được chế tạo ra, thể hệ thứ 3 được phát triển từ thể hệ thứ 2 với những cải tiến cho dao cụ. Hai chữ số tiếp theo chỉ góc nghiêng chính. Ba chữ số tiếp theo chỉ đường kính dao (mm). Chữ cái và hai chữ số tiếp thể hiện kiểu đầu dao và kích thước phân ghép nổi (Q22: truyền lực bằng then, lỗ định vị kích thước 22mm). Hai chữ số tiếp chỉ kích thước mảnh dao theo milimet và chữ cái cuối cùng chỉ điều kiện gia công (M là bình thường, H là khắc nghiệt).

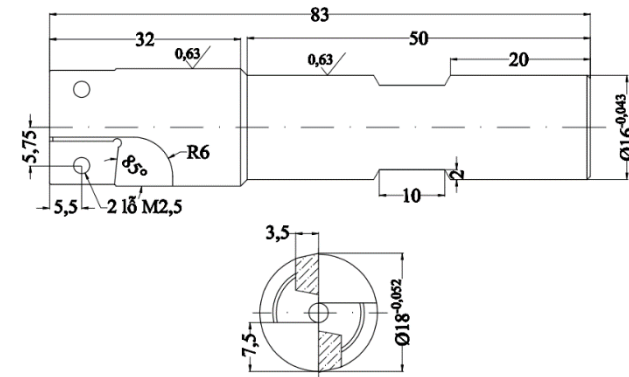
2.3.2. Dao phay ngón

Đối với dao phay ngón có ghép mảnh dao, tùy theo mục đích sử dụng mà có thể bố trí một hay nhiều mảnh dao dọc theo chiều trụ. Dao bố trí nhiều mảnh dao theo chiều trụ (dao có lưỡi cắt dài), sử dụng khi phay rãnh chạy dao hướng kính. Còn các dao chỉ có một hàng lưỡi cắt thì khi cắt rãnh dao phải thực hiện chuyển động zíc-zắc để phay

hết chiều sâu rãnh. Các dao phay ngón cũng có thể dùng vát mép các góc nhọn với các góc vát hay sử dụng là 45°, 60°. Với các dao phay ngón sử dụng trên máy CNC, phần lớn chúng đều có lưỡi cắt trên mặt đầu, vì vậy khi gia công các hốc, rãnh then không cần phải sử dụng đến mũi khoan.

3. Lập trình mô phỏng gia công trên phần mềm Pro/E

Để mô phỏng cho quá trình gia công thân dao phay ghép mảnh, bài báo giới thiệu quá trình thiết kế và lập trình gia công dao phay mặt đầu Ø18 có kích thước như Hình 5. Dao này dùng để lắp mảnh ghép hợp kim kiểu APMT1135PDER-H2.



Hình 5. Kích thước thân dao phay mặt đầu Ø18

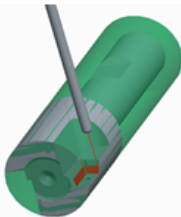
Kết quả của bước thiết kế sử dụng modun Part trên phần mềm Pro/E Wildefire 5.0 được thể hiện như Hình 6.



Hình 6. Hình dáng thân dao qua các bước thiết kế

Bảng 1. Thông số gia công

Parameter		
1	Cut_Feed	200
2	Retract_Feed	5000
3	Tolerance	0,01
4	Step_Over	0,1
5	Prof_Stock_Allow	0
6	Clear_Dist	5
7	Spindle_Speed	3000



Hình 7. Mô phỏng bước phay tinh bậc ghép mảnh

Sử dụng modun Manufacturing để lập trình mô phỏng các bước gia công. Trong mỗi bước gia công, ta cần khai báo đầy đủ các tham số gia công như: góc tọa độ, mặt phẳng lùi dao, thông số hình học dao, tốc độ quay trục chính, tốc độ tiến dao,... Bảng 1 và Hình 7 thể hiện các thông số gia công và mô phỏng quá trình phay tinh bậc ghép mảnh cho dao phay mặt đầu Ø18.

Xuất chương trình gia công mã G-code, có phần mở rộng *.tap. Từ chương trình này có thể chỉnh sửa để được chương trình hoàn chỉnh gia công để chạy trên máy CNC. Chương trình gia công của bước phay tinh bậc gắn mảnh như bảng sau:

Bảng 2. Chương trình gia công bước phay tinh bậc gắn mảnh

N990 T5 M06 (Dao phay cầu Ø3)	N1245 Y7.618 Z-1.214
N995 S3000 M03	N1250 X-8.761
N1000 G0 G43 Z20. H5	N1255 X-8.377 Y12.043 Z-3.45
N1005 G1 X-8.555 Y8.052 F2540.	N1260 X-9.061 Y8.16
N1010 G0 Z1.55	N1265 X-9.082 Y8.152 Z-3.353
N1015 G1 Z-3.45 F300.	N1270 X-8.393 Y12.06
N1020 X-.133	N1275 X-8.41 Y12.077 Z-3.255
N1025 X-.161 Y8.033 Z-3.353	N1280 X-9.102 Y8.144
N1030 X-8.56	N1285 X-9.123 Y8.136 Z-3.158
N1035 X-8.566 Y8.014 Z-3.255	N1290 X-8.426 Y12.092
N1040 X-.188	N1295 X-8.443 Y12.107 Z-3.061
N1045 X-.215 Y7.995 Z-3.158	N1300 X-9.144 Y8.128
...	

4. Gia công thân dao phay ghép mảnh trên máy CNC

Từ các chương trình trên, ta tiến hành gia công thân dao phay mặt đầu Ø18 trên máy tiện CNC EMCO Concept Turn 250 và máy phay CNC 4 trục EMCO Concept Mill 155 [5]. Thứ tự các bước công nghệ và các thông số gia công như Bảng 3.

Bảng 3. Trình tự các bước gia công

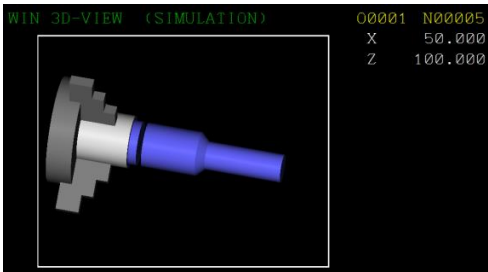
TT	Tên bước	Máy	Dụng cụ cắt	n (v/ph)	F (mm/ph)
1	Tiện thô trụ	Concept Turn 250	Dao tiện thô - Hợp kim	2000	150
2	Tiện tinh trụ		Dao tiện tinh - Hợp kim	2500	100
3	Tiện cắt đứt		Dao tiện cắt đứt - Hợp kim	500	50
4	Phay bậc	Concept Mill 155	Phay ngón Φ10- Hợp kim	2000	200
5	Khoan lỗ Φ2,1		Dao khoan Φ2.1- HSS	2000	50
6	Ta rô M2,5		Dao ta rô M2.5- HSS	150	50
7	Phay thô biên dạng ghép mảnh		Phay ngón Φ3- Hợp kim	2500	200
8	Phay tinh biên dạng ghép mảnh		Phay ngón đầu cầu Φ3- Hợp kim	3000	150

Phôi sử dụng gia công là thép trụ C45, đường kính Ø30 mm, chiều dài L= 110mm. Biên dạng ngoài của thân dao được gia công trên máy tiện CNC EMCO Concept Turn 250. Máy tiện có đầu chống tâm; phôi kẹp trên mâm cặp 3 chấu; dụng cụ cắt gồm có: dao tiện thô, dao tiện tinh, mũi khoan tâm, dao cắt đứt. Vì biên dạng thân dao là tương đối đơn giản, nên nguyên công này ta có thể lập trình bằng tay trực tiếp trên máy tiện CNC, như vậy sẽ nhanh hơn nhiều so với lập trình bằng phần mềm CAD/CAM. Các bước thực hiện trên máy tiện CNC như sau: Chuẩn bị máy, phôi, dụng cụ đo, gá các dao cần thiết và tiến hành sơ dao. Gá phôi ngắn, tiện mặt đầu và khoan tâm. Gá phôi chống tâm và lấy gờ chỉ tiết gia công. Sau đó lập trình trên máy tiện CNC, mô phỏng và cho gia công. Bảng 4 thể hiện chương trình gia công và kết quả mô phỏng 3D trên máy CNC cho nguyên công tiện biên dạng ngoài như Hình 8.

Bảng 4. Chương trình gia công bước tiện biên dạng ngoài

O0001 (chuong_trinh_chinh)	N80 G1 X30
N5 G90	N85 G0 X31 G40
N10 T0101	N90 G0 X50 Z100
N15 G97 S2000 M4 M8	N100 T0202

N20 G0 X32 Z5	N105 G96 S200 M4
N25 G0 Z0	N110 G0 X30 Z5
N30 G1 X-1 F0.1	N115 G72 P50 Q85
N35 G0 X30 Z5	N120 G0 X50 Z100
N40 G73 U1 R1	N125 T0303
N45 G73 P50 Q85 U0.2 W0.1 F0.25	N130 G97 S1800 M4
N50 G0 X14 Z2 G42	N135 G0 X32 Z5
N55 G1 Z0	N140 G0 Z-85
N60 G1 X16 F1	N145 G1 X-1 F0.1
N65 G1 Z-45	N150 G0 X50
N70 G1 X25 Z-50	N155 G0 Z100 M9
N75 G1 Z-90	N160 M30



Hình 8. Mô phỏng gia công 3D trên máy CNC

Tiếp theo, ta tiến hành phay các bậc ghép mảnh trên thân dao. Từ các chương trình được lập trình từ Pro/E như mục 3, ta chép vào thư mục làm việc trên máy phay CNC 4 trục Concept Mill 155. Máy phay có mâm cặp 3 chấu và đầu chống tâm; các dụng cụ cắt được chọn thích hợp theo chương trình CNC như trong Bảng 3. Hình 9 thể hiện quá trình gá phôi trên máy và gia công trên máy phay CNC Concept Mill 155.



Hình 9. Gá phôi và gia công thân dao phay trên máy CNC

Trình tự các bước gia công được thực hiện như sau: Chuẩn bị máy, phôi, dụng cụ đo; gá các dao cần thiết. Gá phôi lên mâm cặp 3 chấu. So chiều dài dao và lấy góc chi tiết. Chép chương trình vào máy phay CNC, mô phỏng gia công, sau đó tiến hành gia công theo chương trình.

5. Kết quả chế tạo và gia công thử nghiệm sản phẩm

Kết quả thực nghiệm tại Viện Công nghệ Cơ khí và Tự động hóa, Trường ĐH Bách khoa, ĐH Đà Nẵng đã chế tạo được 10 mẫu dao phay ghép mảnh (loại ghép 2, 3 và 4 mảnh cắt) như Hình 10.

Để đánh giá kết quả chế tạo, tiến hành kiểm tra độ chính xác mặt đầu, đường kính cũng như chất lượng bề mặt khi gia công thử nghiệm của thân dao sau khi ghép mảnh cắt. Độ chính xác mặt đầu của dao phản ánh qua sai lệch giữa các điểm cắt trên các mảnh dao theo phương

đọc trực. Sai lệch này ảnh hưởng lớn đến chất lượng bề mặt gia công. Độ chính xác đường kính xác định thông qua sai lệch giữa các điểm cắt trên các mảnh dao theo phương vuông góc với trục. Mức độ sai khác theo phương hướng trục này ảnh hưởng đến độ chính xác kích thước khi gia công. Quá trình kiểm tra như sau:

- Tiến hành lắp mảnh dao lên thân dao phay mặt đầu hai mảnh cắt Ø18 đã chế tạo ở trên. Dùng đồng hồ so của hãng HAHN + KOLB – Đức (sai số máy 0,01mm) để kiểm tra sai lệch giữa các điểm mũi của mảnh cắt theo phương mặt đầu vuông góc trục dao. Kết quả thu được sau khi đo là 0,01mm. Sai số này có thể chấp nhận được.

- Tiếp tục kiểm tra độ chính xác mũi cắt theo phương hướng kính của dao bằng máy đo biên dạng TESASCOPE 300V – Thụy sĩ (sai số máy là 0,001mm). Kết quả đọc được là 18,033mm. Do đó sai số theo đường kính là 0,033mm. Sai số này có thể chấp nhận được và sẽ được bù khi gia công trên máy CNC.

- Tiến hành gia công thử nghiệm để đánh giá độ bóng bề mặt khi gia công bằng dao được chế tạo so với dao đã có của các hãng. Quá trình thực hiện như sau: Lấy thân dao phay mặt đầu Ø18 vừa gia công lắp với mảnh phù hợp của hãng Mitsubishi. Sau đó, cùng với loại dao có cùng kích thước của hãng Mitsubishi, tiến hành gia công trên các loại vật liệu là nhôm, thép CT3 và thép C45. Mỗi loại vật liệu thử nghiệm với 10 chế độ cắt khác nhau lần lượt với 2 dao đã chọn (Bảng 5). Đo độ nhám bề mặt các mẫu cắt bằng máy đo độ nhám Surtronic Duo của Taylor Hobson - United Kingdom. Mỗi mẫu tiến hành đo ba lần tại ba vị trí khác nhau, sau đó lấy giá trị trung bình cộng của ba lần đo. Kết quả sai lệch trung bình số học profin R_a như Bảng 6.



Hình 10. Sản phẩm thân dao phay sau khi gia công
Bảng 5. Bảng chế độ cắt thử nghiệm (t= 0,5mm)

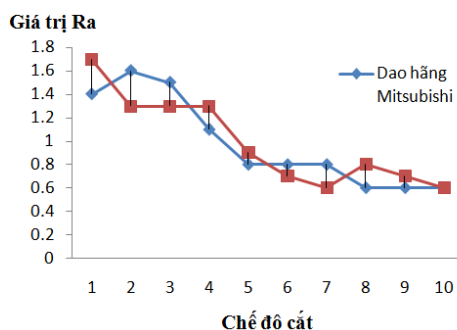
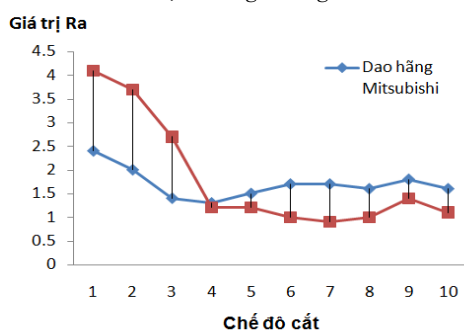
TT	Vc (m/ph)	N (vòng/ phút)	Nhôm		Thép CT3		Thép C45	
			S (mm/ phút)	Loại mảnh dao	S (mm/ phút)	Loại mảnh dao	S (mm/ phút)	Loại mảnh dao
1	110	1946	389	APMT1135PDR- G2	195	APMT1135PDR- H2	117	APMT1135PDR- H2
2	116	2052	410		205		123	
3	122	2159	432		216		130	
4	128	2265	453		226		136	
5	134	2371	474		237		142	
6	140	2477	495		248		149	

7	146	2583	517		258		155	
8	152	2689	538		269		161	
9	158	2795	559		280		168	
10	164	2902	580		290		174	

Bảng 6. Kết quả sai lệch trung bình số học profil R_a

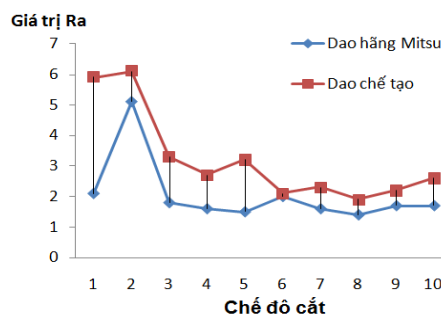
Chế độ cắt	Giá trị trung bình $R_a(\mu m)$					
	Mẫu nhôm		Mẫu thép CT3		Mẫu thép C45	
	Dao hãng Mitsubishi	Dao chế tạo	Dao hãng Mitsubishi	Dao chế tạo	Dao hãng Mitsubishi	Dao chế tạo
1	1,4	1,7	2,4	4,1	2,1	5,9
2	1,6	1,3	2,0	3,7	5,1	6,1
3	1,5	1,3	1,4	2,7	1,8	3,3
4	1,1	1,3	1,3	1,2	1,6	2,7
5	0,8	0,9	1,5	1,2	1,5	3,2
6	0,8	0,7	1,7	1,0	2,0	2,1
7	0,8	0,6	1,7	0,9	1,6	2,3
8	0,6	0,8	1,6	1,0	1,4	1,9
9	0,6	0,7	1,8	1,4	1,7	2,2
10	0,6	0,6	1,6	1,1	1,7	2,6

Hình 11, 12 và 13 biểu diễn sự so sánh các giá trị R_a qua 10 chế độ cắt khi gia công bằng dao đã chế tạo và dao của hãng Mitsubishi trên các mẫu cắt nhôm, thép CT3 và thép C45.

**Hình 11.** Giá trị R_a khi gia công trên mẫu nhôm**Hình 12.** Giá trị R_a khi gia công trên mẫu thép CT3

Từ Hình 11, 12 và 13 cho thấy, với vật liệu gia công mềm (nhôm), độ bóng bề mặt khi gia công bằng dao chế tạo và dao của hãng là gần như nhau; do đó độ cứng vững của thân dao chế tạo là chấp nhận được. Còn khi gia công với những vật liệu cứng hơn, mức độ sai khác của giá trị

R_a phụ thuộc vào chế độ cắt. Do đó, cần phải chọn lựa thông số chế độ cắt cho phù hợp khi gia công vật liệu cứng. Điều này được thực hiện trong quá trình thử nghiệm dao trên nhiều vật liệu khác nhau để đưa ra bảng thông số chế độ cắt tiêu chuẩn cho từng loại dao được chế tạo.

**Hình 13.** Giá trị R_a khi gia công trên mẫu thép C45

6. Kết luận

Bài báo trình bày sự ứng dụng công nghệ CAD/CAM/CNC để thiết kế, chế tạo một số loại thân dao phay ghép mảnh. Quá trình thiết kế và lập trình gia công có thể bằng tay hoặc trên phần mềm Pro/E Wildfire 5.0. Việc chế tạo thử nghiệm 10 mẫu dao phay thông dụng phù hợp với một số loại mảnh của hãng Mitsubishi. Các thân dao đã chế tạo có kích thước và hình dáng hình học chính xác, phù hợp với nhiều loại đầu kẹp dao, đặc biệt là loại đầu kẹp dao BT30 của hầu hết các máy phay CNC. Các sản phẩm sau khi chế tạo đã kiểm tra về độ chính xác và gia công thử nghiệm, đối chiếu với dao phay của hãng Mitsubishi trên 3 loại vật liệu là nhôm, thép CT3 và thép C45. Kết quả về độ bóng bề mặt gia công tương đương dao của hãng Mitsubishi (Bảng 5, Bảng 6 và từ Hình 11 đến Hình 13 là giới thiệu kết quả thử nghiệm của loại thân dao phay mặt đầu Ø18). Kết quả của bài báo này góp phần thay thế một số dụng cụ cắt của các hãng nhập ngoại, giảm chi phí đầu tư dụng cụ cắt cho các doanh nghiệp sản xuất cũng như các cơ sở đào tạo nghề. Sản phẩm này sẽ được thương mại hóa và là sản phẩm đặc trưng của Viện Công nghệ Cơ khí và Tự động hóa thuộc Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Cung, *Thiết kế nguyên lý máy sử dụng phần mềm Pro/Engineer version 5*, Nhà xuất bản Xây dựng, 2011.
- [2] Nguyễn Đắc Lộc, Tăng Huy, *Điều khiển số & công nghệ trên máy điều khiển số CNC*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
- [3] Nguyễn Văn Hùng, *Dụng cụ cắt trên máy điều khiển số*, Đại học kỹ thuật công nghiệp, Đại học Thái Nguyên, 2006.
- [4] Trần Văn Địch, *Công nghệ CNC*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2009.
- [5] EMCO WinNC GE Series Fanuc 21 MB, Software description/ Software version from 13.76, Ref.No. EN1902 - Edition C2003-7, EMCO Maier Ges.m.b.H.
- [6] Sandvik Coromant, Rotating Tools (2012), www.sandvik.coromant.com.