

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng, Luận văn thạc sỹ: *“Nghiên cứu phục hồi trực cam động cơ nổ một xi lanh bằng công nghệ tiên tiến”* là công trình nghiên cứu của cá nhân tôi, không sao chép của bất kỳ ai.

Tôi xin chịu mọi trách nhiệm về công trình nghiên cứu của riêng mình!

Nam Định, ngày.....tháng 12 năm 2021

Người cam đoan

Trương Thanh Long

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình học tập, làm luận văn, tôi đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ, chỉ bảo của các giáo viên đã giảng dạy, hướng dẫn, giúp tôi hoàn thành tốt chương trình học và hoàn thiện được luận văn này.

Trước hết tôi xin được chân thành cảm ơn các thầy cô giáo giảng viên trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định đã giảng dạy, giúp đỡ, chỉ bảo tận tình, giúp tôi có được nhiều kiến thức rất mới và bổ ích, nâng cao trình độ, năng lực học tập và sáng tạo. Tôi xin cảm ơn thầy giáo hướng dẫn **TS. Trần Xuân Thanh** - Giảng viên trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định, đã định hướng đề tài, hướng dẫn tận tình tôi trong việc tiếp cận và khai thác tài liệu tham khảo cũng như những chỉ bảo trong quá trình tôi làm luận văn.

Tôi xin cảm ơn Ban giám hiệu Trường Cao đẳng Cơ điện và Xây dựng Việt Xô (thị xã Tam Điệp Ninh Bình), tạo điều kiện hết sức thuận lợi cho tôi được tiến hành thực nghiệm tại Trường, giúp tôi hoàn thành nghiên cứu của mình.

Cuối cùng tôi cảm ơn tập thể lãnh đạo, Ban giám hiệu Trường Cao đẳng Cơ điện Tây Bắc, các đồng nghiệp và gia đình đã ủng hộ và động viên tôi trong suốt quá trình học tập và làm luận văn này.

Trong quá trình làm luận văn, do kinh nghiệm của bản thân còn nhiều hạn chế nên luận văn không tránh khỏi thiếu sót. Rất mong nhận được ý kiến nhận xét, góp ý của quý thầy cô và các bạn.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Trương Thanh Long

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	vii
PHẦN MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I: NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ, CÔNG CỤ CAD/CAM/CNC VÀ KỸ THUẬT THIẾT KẾ NGƯỢC.....	6
1.1. Công nghệ CAD/CAM/CNC	6
1.1.1. Khái niệm về CAD/CAM/CNC.....	6
1.1.2. Chức năng, ứng dụng và lợi ích của CAD/CAM.....	6
<i>1.1.2.1. Chức năng của CAD/CAM</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2.2. Những ứng dụng của CAD/CAM trong ngành chế tạo máy</i>	<i>7</i>
<i>1.1.2.3. Lợi ích của CAD/CAM.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.2.4. Phân tích một số lợi ích điển hình</i>	<i>8</i>
1.1.3. Một số phần mềm CAD/CAM sử dụng trong cơ khí chế tạo.....	12
1.2. Kỹ thuật thiết kế ngược.....	14
1.2.1. Đặc điểm của thiết kế ngược	14
<i>1.2.1.1. Giới thiệu về kỹ thuật ngược.....</i>	<i>14</i>
<i>1.2.1.2. Ưu nhược điểm của kỹ thuật ngược</i>	<i>17</i>
<i>1.2.1.3. Các giai đoạn của kỹ thuật ngược</i>	<i>17</i>
<i>1.2.1.4. Các ứng dụng của kỹ thuật thiết kế ngược.....</i>	<i>18</i>
1.2.2. Công cụ phần mềm Solidworks	24
<i>1.2.2.1. Tìm hiểu tổng quan về phần mềm</i>	<i>24</i>
<i>1.2.2.2. Tìm hiểu về những tính năng trên phần mềm Solidworks.....</i>	<i>25</i>
1.2.3. Công cụ phần mềm thiết kế ngược Geomagic Studio.....	26
<i>1.2.3.1. Giới thiệu chung về phần mềm Geomagic Studio.....</i>	<i>26</i>
<i>1.2.3.2. Ứng dụng phần mềm thiết kế ngược Geomagic Studio</i>	<i>27</i>
1.2.4. Công nghệ và thiết bị đo quét 3D	28
<i>1.2.4.1 Công nghệ quét 3D</i>	<i>28</i>
<i>1.2.4.2. Các phương pháp đo.....</i>	<i>28</i>
1.2.5. Tìm hiểu và sử dụng các chức năng cơ bản của máy Scanner 3D Horus.....	30
<i>1.2.5.1. Tính năng</i>	<i>30</i>
<i>1.2.5.2. Cài đặt.....</i>	<i>31</i>
<i>1.2.5.3. Sử dụng phần mềm.....</i>	<i>36</i>

1.3. Kết luận.....	39
CHƯƠNG II: PHÂN TÍCH CHI TIẾT VÀ XÂY DỰNG QUY TRÌNH PHỤC HỒI CHI TIẾT TRỤC CAM ĐỘNG CƠ NỔ MỘT XI LANH.....	40
2.1. Công dụng của trục cam	40
2.2. Điều kiện làm việc	40
2.3. Vật liệu chế tạo	40
2.4. Cấu tạo	40
2.5. Nguyên lý làm việc	43
2.6. Dẫn động trục cam.....	43
2.7. Các phương pháp chế tạo phôi trục cam.....	44
2.7.1. Trục cam phôi dập	44
2.7.2. Trục cam phôi đúc	45
2.8. Công nghệ phục hồi trục cam	46
2.8.1. Một số dạng sai hỏng của trục cam	46
2.8.2. Các phương pháp phục hồi trục cam.....	47
2.8.3. Quy trình gia công truyền thống phục hồi trục cam với công nghệ hàn đắp	48
2.8.4. Nhược điểm của quy trình gia công phục hồi truyền thống	49
2.9. Giải pháp gia công phục hồi trục cam	49
2.10. Kết luận.....	50
CHƯƠNG III. THIẾT KẾ, LẬP TRÌNH VÀ GIA CÔNG PHỤC HỒI CHI TIẾT TRỤC CAM ĐỘNG CƠ NỔ MỘT XI LANH.....	51
3.1. Thiết kế lại trục cam bằng kỹ thuật thiết kế ngược.....	51
3.1.1. Lựa chọn chi tiết và thiết bị	51
3.1.2. Số hóa sản phẩm bằng máy quét Scanner 3D Horus	51
3.1.3. Ứng dụng phần mềm Geomagic Studio thiết kế lại mô hình CAD trên cơ sở dữ liệu số hóa	54
3.2. Gia công trục cam động cơ nổ 1 xi lanh.....	58
3.2.1. Chuẩn bị.....	58
3.2.1.1. Chuẩn bị phôi, dụng cụ cắt và máy	58
3.2.1.2. Lập quy trình công nghệ	59
3.2.1.3. Lập chương trình NC	62
3.2.2 Thực hiện gia công phục hồi	65
3.2.2.1. Tiến trình và kết quả gia công	65
3.2.2.2. Đánh giá kết quả thực hiện sản phẩm	67

3.3. Kết luận.....	68
KẾT LUẬN.....	69
1. Kết luận.....	69
2. Hướng nghiên cứu tiếp theo.....	70
TÀI LIỆU THAM KHẢO	71
PHỤ LỤC.....	72

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

STT	Ký hiệu	Từ	Nghĩa
1	FE	Forward Enineering	Kỹ thuật thiết kế thuận
2	RE	Reverse Engineering	Kỹ thuật thiết kế ngược hay kỹ thuật đảo chiều, công nghệ chép mẫu
3	CAD	Computer Aided Design	Thiết kế với sự trợ giúp của máy tính
4	CAM	Computer Aided Manufacturing	Sử dụng máy tính để tạo chương trình điều khiển hệ thống sản xuất
5	CAE	Computer Aided Engineering	Tính toán kỹ thuật với sự trợ giúp của máy tính
6	CAPP	Computer Aided Process Planning	Lĩnh vực sử dụng máy tính trợ giúp thiết kế quá trình công nghệ chế tạo sản phẩm (thường được gọi là chuẩn bị công nghệ)
7	RP	Rapid Propotyping	Gia công tạo mẫu nhanh
8	CNC	Computerized Numerical Control	Điều khiển số có sự trợ giúp của máy tính

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

- Hình 1.1: So sánh kỹ thuật thuận và kỹ thuật ngược
- Hình 1.2: Sơ đồ các giai đoạn của kỹ thuật ngược
- Hình 1.3: Ứng dụng RE dựng mô hình CAD cho các tác phẩm nghệ thuật
- Hình 1.4: Ứng dụng RE lấy mẫu hoa văn thủ công
- Hình 1.5: Ứng dụng RE thiết kế lại sản phẩm cơ khí phức tạp
- Hình 1.6: Ứng dụng RE lấy mẫu mặt người và động vật
- Hình 1.7: Ứng dụng RE trong khảo cổ học
- Hình 1.8: Ứng dụng RE tạo mảnh sọ não dùng trong y học
- Hình 1.9: Sử dụng RE thiết kế nhân vật và môi trường trong Game
- Hình 1.10: Công nghệ quét 3D để kiểm tra sản phẩm
- Hình 1.11: Ứng dụng RE trong ngành nhựa - chế tạo xe ô tô
- Hình 1.12: Ứng dụng RE trong ngành quảng cáo- maketing
- Hình 1.13: Ứng dụng RE trong ngành điêu khắc đá
- Hình 1.14: Ứng dụng RE trong ngành gia công mẫu
- Hình 1.15: Ứng dụng RE trong ngành thiết kế nội thất - ngoại thất
- Hình 1.16: Phần mềm Geomagic Studio
- Hình 1.17: Máy đo và đầu đo dùng trong phương pháp đo tiếp xúc
- Hình 1.18: Máy quét 3D Horus
- Hình 1.19: Giao diện của máy quét 3D Horus
- Hình 1.20: Cửa sổ làm việc ban đầu của máy quét 3D Horus
- Hình 1.21: Cửa sổ chính làm việc của máy quét 3D Horus
- Hình 1.22: Hướng dẫn hiệu chỉnh máy quét 3D Horus
- Hình 1.23: Hiệu chỉnh cấu hình nâng cao máy quét 3D Horus
- Hình 1.24: Hiệu chuẩn máy ảnh máy quét 3D Horus
- Hình 1.25: Hiệu chuẩn laser máy quét 3D Horus
- Hình 1.26: Hiệu chuẩn đĩa quay máy quét 3D Horus
- Hình 1.27: Quá trình quét bằng máy quét 3D Horus
- Hình 1.28: Phần mềm Horus

Hình 1.29: Kết nối cáp và zắc cắm trên máy scan 3D Horus

Hình 1.30: Quét chi tiết

Hình 2.1: Trục cam động cơ 1 xi lanh

Hình 2.2: Trục cam động cơ nhiều xi lanh.

Hình 2.3: Hình dạng các cam

Hình 2.4: Các kiểu dẫn động cho trục cam

Hình 2.5: Trục cam phôi dập

Hình 2.6: Trục cam phôi đúc

Hình 2.7: Khuôn đúc vỏ mỏng trục cam

Hình 3.1: Hình dạng trục cam động cơ xe máy

Hình 3.2: Kết nối cáp và zắc cắm trên máy scan 3D Horus

Hình 3.3: Giao diện của máy quét 3D Horus

Hình 3.4: Chi tiết sau khi phun phủ

Hình 3.5: Quét chi tiết

Hình 3.6: Chi tiết sau khi đã quét xong theo 1 góc độ.

Hình 3.7: Các khuyết tật sau khi quét

Hình 3.8: Import dữ liệu quét

Hình 3.9: Sắp xếp các bản quét

Hình 3.10: Vật thể ở dạng lưới

Hình 3.11: Chỉnh sửa lưới

Hình 3.12: Chế độ Parametric Surfacing

Hình 3.13: Chế độ CAD

Hình 3.14: Sử dụng Solidwork hoàn thiện file

Hình 3.15: File hoàn thiện

Hình 3.16: Hình dạng và kích thước của phôi trước khi gia công

Hình 3.17: Hình ảnh bước 1 gia công thô mặt trụ $\Phi 25$

Hình 3.18: Hình ảnh bước 2 gia công tinh mặt trụ $\Phi 25$

Hình 3.19. Gia công khoan lỗ $\Phi 4$

Hình 3.20: Gia công khoan lỗ $\Phi 8$

Hình 3.21: Bước gia công tiện các bề mặt trụ

Hình 3.22: Bước gia công các vấu cam

Hình 3.23: Sản phẩm sau khi thực hiện gia công phục hồi

Hình 3.24: Hình ảnh chi tiết sau khi được gia công phục hồi

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn 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 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 ứng dụng như: xe gắn máy, 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 dẫn động cho xupáp đóng, mở cửa hút và cửa xả đúng theo yêu cầu và trật tự làm việc của động cơ. 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 dáng bề mặt cũng như độ chính xác kích thước. Trước đây trục cam này được gia công theo phương pháp truyền thống như tiện trên mâm cặp ba chấu bằng cách gá lệch tâm hoặc rà gá thực hiện trên mâm cặp bốn chấu... với 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 biên dạng cam mẫu. Việc chế tạo cam mẫu là một trong những bước quyết định chế tạo trục cam. Cam mẫu phải có độ chính xác cao, có biên dạng cam giống như biên dạng cam thiết kế. Ngày nay khoa học công nghệ phát triển, những chi tiết cam mẫu, dưỡng chép hình được thay bằng những chương trình điều khiển số và chi tiết cam được gia công trên 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 độ chính xác cao, gia công được các bề mặt phức tạp, rút gắp được

thời gian sản xuất, nâng cao năng suất và có tính năng linh hoạt cao. Công nghệ CNC thường được kết hợp với các công nghệ CAD/CAM, kỹ thuật thiết kế ngược, tạo mẫu nhanh trong công đoạn thiết kế. Những công nghệ tiên tiến này được ứng dụng trong lĩnh vực cơ khí có nhiều tính năng kỹ thuật ưu việt, đáp ứng tốt nhu cầu thực tế sản xuất linh kiện phụ tùng ô tô, xe máy trong nước, rút ngắn được quá trình phát triển sản phẩm, nâng cao năng suất, độ chính xác chế tạo, đơn giản hóa quy trình công nghệ, giảm giá thành sản phẩm.

Vì vậy, có thể thấy việc ứng dụng kỹ thuật thiết kế ngược, CAD/CAM/ CNC để thiết kế và chế tạo phục hồi trục cam động cơ nổ một xi lanh có ý nghĩa thực tiễn cao.

2. Lịch sử nghiên cứu

Từ khi ra đời vào những năm 90 của thế kỷ trước, kỹ thuật thiết kế ngược (Reverse Engineering) đã được nghiên cứu, áp dụng trong nhiều lĩnh vực phát triển nhanh sản phẩm, đặc biệt là trong lĩnh vực thiết kế mô hình 3D từ mô hình đã có sẵn nhờ sự trợ giúp của máy tính. Kỹ thuật thiết kế ngược ngày càng phát triển theo sự phát triển của các phần mềm CAD/CAM. Nó luôn được quan tâm và cũng liên tục được cải tiến để đáp ứng nhu cầu của xã hội trên nhiều lĩnh vực sản xuất. RE trở thành 1 bộ phận quan trọng của sản xuất hiện tại. Đã có nhiều công ty của nhiều quốc gia ứng dụng hiệu quả và rất thành công công nghệ này. Có thể thấy Trung Quốc là một điển hình. Nhiều sản phẩm như xe máy, ô tô, máy móc hàng loạt đồ gia dụng, đồ chơi đã được sản xuất dựa trên sự sao chép, phát triển các mẫu có sẵn trên thị trường của các hãng nổi tiếng của Nhật, Hàn Quốc như Honda, Misubishi, Toyota...

Trên thế giới hiện nay các tập đoàn lớn, đặc biệt là các tập đoàn sản xuất vũ khí phục vụ cho quốc phòng việc nghiên cứu phục hồi sản phẩm được thực hiện trong một chu trình khép kín từ số hoá sản phẩm bằng việc sử dụng máy scan 3D đến hiệu chỉnh, phát triển sản phẩm bằng phần mềm CAD và lập quy trình gia công trên phần mềm CAM tích hợp, sau đó gia công trên máy CNC. Ngoài ra họ còn sử dụng công cụ này để phát triển nâng cấp các sản phẩm mình nhằm thay đổi mẫu mã để phù hợp với thị trường và điều kiện thực tế của từng quốc gia.

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây kỹ thuật thiết kế ngược cũng đã được áp dụng vào sản xuất. Tuy nhiên phần lớn chưa mang tính chuyên nghiệp. Việc ứng dụng các thiết bị số hóa công nghệ cao chuyên dụng (máy quét 3D), các phần mềm thiết kế ngược vẫn chưa nhiều. Chỉ có 1 số ít công ty có thể làm theo hợp đồng như công ty Hoàng Quốc, Trung tâm dịch vụ công nghệ 3D (3D Tech). Các viện, các trường đại học như trường Đại Học Giao thông vận tải, Đại Học Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Đại Học Bách Khoa Hà Nội, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định... đã có máy quét 3D nhưng chủ yếu vẫn là phục cho học tập và nghiên cứu.

Trong lĩnh vực phối hợp các sản phẩm và các chi tiết máy móc trong lĩnh vực cơ khí hiện nay cũng đang được nghiên cứu và phát triển, đặc biệt là ngành chế tạo phục hồi và sửa chữa các chi tiết máy bị hư hỏng trong việc phục chế các loại máy móc đã sử dụng lâu năm không có các chi tiết thay thế. Cụ thể hơn nữa là phục hồi các chi tiết máy trong các loại động cơ được sản xuất đầu thế kỷ 20 mà hiện nay một số các chi tiết đã bị hư hỏng mà hiện nay không tìm được nguồn thay thế, buộc phải chế tạo những chi tiết đó. Nhưng thực tế việc chế tạo những sản phẩm như thế hiện vẫn được làm thủ công nên độ chính xác thấp, khi lắp ghép không cho độ chính xác cao và có thể máy móc không chạy được dẫn đến hiệu quả chính nhiều lần, làm tốn kém thời gian và kinh tế. Nên việc áp dụng kỹ thuật ngược trong chế tạo những sản phẩm đó hiện đang được hiện thực hóa nhờ các công trình nghiên cứu của các nhà khoa học trong và ngoài nước ở những trường hàng đầu Việt Nam trong đó có Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định.

Chính vì vậy, tác giả chọn đề tài nghiên cứu luận văn thạc sĩ: ***“Nghiên cứu phục hồi trục cam động cơ nổ một xi lanh bằng công nghệ tiên tiến”***

3. Mục đích nghiên cứu của luận văn

Mục đích nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu các công nghệ, kỹ thuật và công cụ tiên tiến: CAD/CAM/CNC, kỹ thuật thiết kế ngược, áp dụng vào quy trình chế tạo phục hồi trục cam động cơ nổ một xi lanh nhằm nâng cao độ chính xác gia công, giảm thời gian thiết kế và chế tạo.

4. Nội dung nghiên cứu

Để đạt được mục đích nghiên cứu của đề tài, nội dung nghiên cứu bao gồm các phần sau:

- Công nghệ, kỹ thuật và công cụ thiết kế ngược, CAD/CAM/CNC
- Nghiên cứu, phân tích yêu cầu, điều kiện làm việc, đặc điểm sử dụng, tính công nghệ trong kết cấu của trục cam động cơ nổ một xi lanh.
- Xây dựng quy trình gia công phục hồi chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh với các công nghệ, kỹ thuật, công cụ tiên tiến.
- Số hóa, thiết kế lại chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh.
- Sử dụng công cụ CAD/CAM/CNC lập trình gia công phục hồi chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh.
- Gia công phục hồi chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh.

5. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết các công nghệ, kỹ thuật, công cụ tiên tiến; tổng hợp, phân tích quy trình gia công phục hồi chi tiết trục cam, xây dựng quy trình mới; gia công chế tạo thử nghiệm và đánh giá quy trình mới.

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

6.1. Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu áp dụng được những công nghệ, kỹ thuật tiên tiến như CAD/CAM/CNC và kỹ thuật ngược vào quy trình chế tạo phục hồi trục cam động cơ nổ một xi lanh đang được từng bước ứng dụng trong thực tế sản xuất, nhờ vào các công nghệ này mà chúng ta có thể sản xuất được những sản phẩm có chất lượng có tính kinh tế và kỹ thuật cao.

Đây là công nghệ được ứng dụng trong lĩnh vực cơ khí có nhiều tính năng kỹ thuật ưu việt, đáp ứng tốt nhu cầu thực tế vào thực tế sản xuất linh kiện phụ tùng ô tô, xe máy trong nước, nhằm đa dạng hóa mẫu mã, rút ngắn được quá trình phát triển sản phẩm, nâng cao năng suất, độ chính xác chế tạo, đơn giản hóa quy trình công nghệ, giảm giá thành sản phẩm...

6.2. Ý nghĩa thực tiễn

Từ các kết quả nghiên cứu tác giả đánh giá được khả năng ứng dụng kỹ thuật ngược trong thiết kế gia công cơ khí, cụ thể là ứng dụng trực tiếp vào chế tạo trục cam trên động cơ nổ một xi lanh. Nhằm thay thế cho phương pháp hàn đắp gia công lại, mài chép hình đã được sử dụng trong ngành chữa ô tô trong các ga ra, trong các xưởng sửa chữa lớn trong nước.

Ứng dụng được các công nghệ tiên tiến như công nghệ tái tạo ngược, công nghệ CAD/CAM/CNC vào sản xuất các sản phẩm cơ khí chất lượng cao.

Đề tài mang tính ứng dụng cao, kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở cho việc lựa chọn phương pháp thiết kế sản phẩm và tối ưu hóa sản phẩm mẫu.

CHƯƠNG I: NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ, CÔNG CỤ CAD/CAM/CNC VÀ KỸ THUẬT THIẾT KẾ NGƯỢC

1.1. Công nghệ CAD/CAM/CNC

1.1.1. Khái niệm về CAD/CAM/CNC

- CAD - Computer Aided Design: *Thiết kế với sự trợ giúp của máy tính*. Mục tiêu của lĩnh vực CAD là tự động hóa từng bước, tiến tới tự động hóa cao hơn trong thiết kế sản phẩm.

- CAM - Computer Aided Manufacturing: *Chế tạo sản xuất có sự trợ giúp của máy tính*. Mục tiêu của CAM là mô phỏng quá trình chế tạo, lập trình chế tạo sản phẩm trên các máy công cụ tự động. CAD/ CAM là lĩnh vực nghiên cứu nhằm tạo ra các hệ thống tự động thiết kế và chế tạo trong đó máy tính điện tử được sử dụng để thực hiện một số chức năng nhất định.

- CNC: Computer Numerical Control: *Điều khiển số nhờ máy tính*. Máy CNC là một loại máy công cụ được điều khiển tự động bằng các chương trình số, chẳng hạn như máy tiện, máy phay, và máy cắt.

1.1.2. Chức năng, ứng dụng và lợi ích của CAD/CAM

1.1.2.1. Chức năng của CAD/CAM

Khác biệt cơ bản với qui trình thiết kế theo công nghệ truyền thống, CAD cho phép quản lý đối tượng thiết kế dưới dạng mô hình hình học số trong cơ sở dữ liệu trung tâm, do vậy CAD có khả năng hỗ trợ các chức năng kỹ thuật ngay từ giai đoạn phát triển sản phẩm cho đến giai đoạn cuối của quá trình sản xuất, tức là hỗ trợ điều khiển các thiết bị sản xuất bằng điều khiển số.

Hệ thống CAD được đánh giá có đủ khả năng để thực hiện chức năng yêu cầu hay không, phụ thuộc chủ yếu vào chức năng xử lý của các phần mềm thiết kế. Ngày nay những bộ phần mềm CAD/CAM chuyên nghiệp phục vụ thiết kế và gia công khuôn mẫu có khả năng thực hiện được các chức năng cơ bản sau [3,4].

- Thiết kế mô phỏng hình học 3 chiều (3D) những hình dạng phức tạp.
- Giao tiếp với các thiết bị đo, quét tọa độ 3D thực hiện nhanh chóng các chức

năng mô phỏng hình học từ dữ liệu số.

- Phân tích và liên kết dữ liệu: tạo mặt phân khuôn, tách khuôn, quản lý kết cấu lắp ghép...

- Tạo bản vẽ và ghi kích thước tự động: có khả năng liên kết các bản vẽ 2D với mô hình 3D và ngược lại.

- Liên kết với các chương trình tính toán thực hiện các chức năng phân tích kỹ thuật: tính biến dạng khuôn, mô phỏng dòng chảy vật liệu, trường áp suất, trường nhiệt độ, độ co rút vật liệu...

- Nội suy hình học, biên dịch các kiểu đường chạy dao chính xác cho công nghệ gia công điều khiển số.

- Giao tiếp dữ liệu theo các định dạng đồ hoạ chuẩn.

- Xuất dữ liệu đồ hoạ 3D dưới dạng tập tin STL để giao tiếp với các thiết bị tạo mẫu nhanh theo công nghệ tạo hình lập thể.

1.1.2.2. Những ứng dụng của CAD/CAM trong ngành chế tạo máy

- Tạo mẫu nhanh thông qua giao tiếp dữ liệu với thiết bị tạo mẫu nhanh theo công nghệ tạo hình lập thể (đo quét toạ độ).

- Giảm đáng kể thời gian mô phỏng hình học bằng cách tạo mô hình hình học theo cấu trúc mặt cong từ dữ liệu số.

- Chức năng mô phỏng hình học mạnh, có khả năng mô tả những hình dáng phức tạp nhất.

- Khả năng mô hình hoá cao cho các phương pháp phân tích, cho phép lựa chọn giải pháp kỹ thuật tối ưu [1,2,5,7].

1.1.2.3. Lợi ích của CAD/CAM

Lợi ích của CAD có nhiều, song chỉ có một số trong đó là có thể định lượng được. Một số lợi ích khác khó có thể lượng hoá được mà chỉ thể hiện ở chất lượng công việc được nâng cao, thông tin tiện dụng, điều khiển tốt hơn v.v...

Một số lợi ích của CAD trong hệ tích hợp CAD/CAM:

- Nâng cao năng suất kỹ thuật

- Giảm thời gian chỉ dẫn

- Giảm số lượng nhân viên kỹ thuật
- Dễ cải tiến cho phù hợp với khách hàng
- Phản ứng nhanh với nhu cầu thị trường
- Tránh phải ký các hợp đồng con để kịp tiến độ
- Hạn chế lỗi sao chép đến mức tối thiểu
- Độ chính xác thiết kế cao
- Khi phân tích dễ nhận ra những tương tác giữa các phần tử cấu thành
- Phân tích chức năng vận hành tốt hơn nên giảm khâu thử nghiệm trên mẫu
- Thuận lợi cho việc lập hồ sơ, tư liệu
- Bản thiết kế có tính tiêu chuẩn cao
- Nâng cao năng suất thiết kế dụng cụ cắt
- Dễ tiết kiệm về chi phí, giảm giá thành
- Giảm thời gian đào tạo hội họa viên và lập trình viên cho máy NC
- Ít sai sót trong lập trình cho máy NC
- Giúp tăng cường sử dụng các chi tiết máy và dụng cụ cắt có sẵn
- Thiết kế dễ phù hợp với các kỹ thuật chế tác hiện có
- Tiết kiệm vật liệu và thời gian máy nhờ các thuật toán tối ưu
- Nâng cao hiệu quả quản lý trong thiết kế
- Dễ kiểm tra chất lượng sản phẩm phức tạp
- Nâng cao hiệu quả giao diện thông tin và dễ hiểu nhau hơn giữa các nhóm kỹ sư, thiết kế viên, hội họa viên, quản lý và các nhóm khác [3,4].

1.1.2.4. Phân tích một số lợi ích điển hình

a. Nâng cao năng suất thiết kế

Năng suất cao giúp cho vị thế cạnh tranh của một hãng được nâng lên vì giảm được yêu cầu nhân lực của một đồ án, dẫn tới hạ giá thành và thời gian xuất xưởng của một sản phẩm. Tổng kết một số đơn vị có sử dụng hệ CAD cho thấy năng suất có thể tăng từ 3 - 10 lần so với công nghệ thiết kế cũ, thậm chí còn cao hơn, tùy theo các yếu tố sau đây:

- Độ phức tạp của bản vẽ kỹ thuật

- Mức độ tỉ mỉ của bản vẽ
- Mức độ lặp đi lặp lại của chi tiết hay bộ phận được thiết kế
- Mức độ đối xứng của bộ phận được thiết kế
- Tính dùng chung của các chi tiết để lập thư viện [2,3,4].

b. Giảm thời gian chỉ dẫn

Thiết kế với hệ CAD nhanh hơn thiết kế theo cách truyền thống, đồng thời nó cũng đẩy nhanh các tác vụ lập biểu bảng và báo cáo (lập các bảng liệt kê cụm lắp ghép chẳng hạn) mà trước đây phải làm bằng tay. Do vậy, một hệ CAD có thể tạo ra một tập bản vẽ cuối cùng về các chi tiết máy và các báo cáo, biểu bảng kèm theo một cách nhanh chóng.

Thời gian chỉ dẫn trong thiết kế được rút ngắn dẫn đến kết quả là làm giảm thời gian kể từ khi nhận đơn đặt hàng đến khi giao sản phẩm [2,3,4].

c. Phân tích thiết kế

Các chương trình phân tích thiết kế có sẵn trong một hệ CAD giúp quá trình thiết kế diễn ra theo những khuôn mẫu tác nghiệp có logic hơn, không cần phải trao đi đổi lại giữa nhóm thiết kế và nhóm phân tích mà cũng những con người ấy, họ vẫn có thể tiến hành công việc phân tích khi bản thiết kế vẫn còn nằm trên máy tính của trạm thiết kế. Điều đó giúp cho người kỹ sư tập trung tư tưởng hơn vì họ đang đối thoại trực tiếp với bản thiết kế của mình. Nhờ khả năng phân tích này mà bản thiết sẽ tối ưu hơn. Mặt khác, thời gian thiết kế nói chung cũng sẽ được tiết kiệm hơn do sự phân tích thiết kế giờ đây ứng xử nhanh hơn và không còn mất thời gian trao đi đổi lại từ bản vẽ của người thiết kế tới bàn làm việc của người phân tích như trước đây nữa.

Do các hệ CAD cho phép phân tích và sửa đổi một bản thiết kế sơ bộ một cách dễ dàng và thuận lợi nên người ta có thể đưa ra nhiều phương án để nghiên cứu, so sánh, và vì thế có thể nói thiết kế trên hệ CAD cho kết quả tốt hơn trước đây nhiều [2,3,4].

d. Giảm sai sót thiết kế

Các hệ CAD vốn có khả năng tránh các sai sót về thiết kế, bản vẽ và lập hồ sơ

tư liệu, thuyết minh kỹ thuật. Do vậy các lỗi vào (input) và di chuyển dữ liệu ... thường xảy ra khi lập liệt kê chi tiết và làm dự trù vật liệu bằng cách thủ công thì ở đây đều bị loại bỏ. Sở dĩ có thể chính xác như vậy chủ yếu là do khi đã có bản vẽ ban đầu rồi thì các thông tin về nó không còn phải quản lý bằng cách thủ công nữa. Mặt khác, các công việc lặp đi lặp lại, tốn nhiều thời gian sau khi có bản vẽ nói trên như di chuyển nhiều ký hiệu hay hình vẽ, sắp xếp theo khu vực hay theo chi tiết cùng loại v.v... đều được thực hiện nhanh chóng với kết quả chính xác và nhất quán.

Nhờ khả năng tương tác người - máy, các hệ CAD còn có khả năng đặt câu hỏi xem dữ liệu đưa vào có mắc lỗi không. Đương nhiên các khả năng kiểm tra việc vào dữ liệu loại này tùy thuộc vào ý định của các nhà thiết kế hệ CAD muốn đặt câu hỏi cho dữ liệu đầu vào nào và hỏi cái gì để người thiết kế tự kiểm tra lại xem mình vào đã đúng chưa [2,3,4].

e. Các phép tính thiết kế có độ chính xác cao hơn

Độ chính xác toán học trong hệ CAD là 14 con số có nghĩa sau dấu chấm thập phân. Đặc biệt độ chính xác khi thiết kế các đường và mặt ba chiều thì cho đến nay chưa có phương pháp tính tay nào so sánh được. Độ chính xác do sử dụng các hệ CAD còn thể hiện ở rất nhiều phương diện. Chẳng hạn các chi tiết được đặt tên và đánh số như thế nào thì chúng vẫn được bảo toàn trong toàn bộ các bản vẽ. Hoặc nếu có một sự thay đổi nào của một chi tiết thì sự thay đổi ấy vẫn được bảo toàn trong toàn bộ gói hồ sơ và tác động tới tất cả các bản vẽ có sử dụng chi tiết ấy.

Độ chính xác do hệ CAD mang lại còn làm cho việc lập tiên lượng và dự toán công trình được chính xác hơn, tiền độ mua sắm vật tư được sát sao hơn [2,3,4].

f. Tiêu chuẩn hoá các thủ tục thiết kế, lập bản vẽ và lập tư liệu

Trong một hệ CAD, chỉ có một cơ sở dữ liệu duy nhất và một hệ điều hành (DOS hoặc WINDOWS chẳng hạn) được thống nhất dùng chung cho mọi trạm thiết kế của hệ. Do vậy, một cách tự nhiên, hệ cung cấp một tiêu chuẩn thống nhất cho mọi thủ tục và mọi quá trình thiết kế cũng như thiết lập bản vẽ. Các bản vẽ đều được vẽ ra theo một quy định thống nhất, vì những quy định này đã được thiết lập sẵn trong hệ CAD rồi [2,3,4].

g. Bản vẽ dễ đọc và dễ hiểu hơn

CAD tạo ra và sửa đổi một bản vẽ hình chiếu trực lượng, chiếu xiên cũng dễ dàng như vậy đối với bản vẽ hình chiếu trực giao.

Nói chung, tính dễ đọc dễ hiểu của một bản vẽ phụ thuộc trực tiếp vào phép chiếu được sử dụng trong bản vẽ đó: chiếu phối cảnh dễ hình dung hơn chiếu trực lượng, và chiếu trực lượng dễ hình dung hơn chiếu trực giao.

Trên thực tế, hầu hết các bản vẽ kết cấu là từ các đường nét kết hợp lại, nếu được đánh bóng thêm vào thì chúng càng dễ hiểu hơn, và đánh màu càng làm nổi bật hơn nữa. Cuối cùng, phép hoạt hoá hình ảnh trên màn hình CRT càng giúp cho người quan sát dễ hiểu thêm một mức nữa [2,3,4].

h. Các thủ tục thay đổi kỹ thuật được cải thiện hơn

Các bản vẽ và các tư liệu gốc được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của hệ CAD. Điều đó cho phép truy nhập dễ hơn là khi chúng được cất trong kho lưu trữ thông thường, cho phép kiểm tra lại chúng một cách nhanh chóng dựa theo những thông tin mới. Do việc lưu trữ dữ liệu là rất đảm bảo nên các thông tin quá khứ trong các bản vẽ trước kia vẫn rất dễ dàng lưu lại trong cơ sở dữ liệu của hệ CAD, thuận tiện cho việc so sánh với những yêu cầu của bản vẽ hay bản thiết kế mới [2,3,4].

i. Các lợi ích trong giai đoạn chế tạo

Cơ sở dữ liệu của hệ CAD/CAM được dùng cho cả giai đoạn thiết kế và việc lập kế hoạch và điều khiển sản xuất. Các lợi ích trong giai đoạn chế tạo bao gồm:

- Thiết kế đồ gá và dụng cụ cắt để chế tạo sản phẩm
- Lập trình NC
- Lập quy trình công nghệ bằng máy tính.
- Liệt kê bản vẽ lắp (do hệ CAD lập) để sản xuất.
- Dò khuyết tật bằng máy tính
- Lập kế hoạch tay máy người máy
- Lập công nghệ nhóm

Tất cả những lợi ích này có được là nhờ cơ sở dữ liệu do hệ CAD/CAM tạo ra mà khởi đầu là những dữ liệu được tạo ra từ giai đoạn CAD [2,3,4].

1.1.3. Một số phần mềm CAD/CAM sử dụng trong cơ khí chế tạo

Một số phần mềm CAD/CAM dùng trong cơ khí chế tạo, sản xuất công nghiệp:

- AUTOCAD: là phần mềm ứng dụng CAD để vẽ bản vẽ kỹ thuật bằng vector 2D hay bề mặt 3D, được phát triển bởi tập đoàn Autodesk. AutoCAD là một trong những chương trình vẽ kỹ thuật đầu tiên chạy được trên máy tính cá nhân. AutoCAD hỗ trợ nhiều giao diện lập trình ứng dụng (API) để đặc chế và tự động hóa, bao gồm AutoLISP, Visual LISP, VBA, .NET, và ObjectARX. ObjectARX là một thư viện lớp C++; nó được sử dụng để phát triển phần mềm dựa trên AutoCAD cho những ngành riêng, như là AutoCAD Architecture (kiến trúc), AutoCAD Electrical (điện tử), AutoCAD Civil 3D (kỹ thuật xây dựng). Hiện nay AutoCAD được sử dụng khá phổ biến trong tạo bản vẽ đối với các ngành kỹ thuật tại Việt Nam.

- SOLIDWORK: là phần mềm thiết kế 3D chạy trên hệ điều hành Windows và có mặt từ năm 1997, và được tạo bởi công ty Dassault Systèmes SolidWorks Corp, là một nhánh của Dassault Systèmes, S. A. (Vélizy, Pháp). SolidWorks hiện tại được dùng bởi hơn 2 triệu kỹ sư và nhà thiết kế với hơn 165,000 công ty trên toàn thế giới, nó là một phần mềm 3D CAD dễ sử dụng, giá cả phải chăng. Các phiên bản sử dụng hiện nay tại Việt Nam được tích hợp phần CAD và phần CAM, phương thức sử dụng dễ dàng và thân thiện nên nó được dùng khá phổ biến tại Việt Nam trong đào tạo cũng như sản xuất.

- MASTER CAM là phần mềm được tạo bởi **CNC Software, Inc.** là một trong những nhà phát triển phần mềm (CAD/CAM) lâu đời nhất. Họ là những công ty đầu tiên giới thiệu phần mềm CAD/CAM cho cả người thiết kế và gia công. **Mastercam**, là phần mềm 2D CAM chính với các công cụ CAD giúp người lập trình thiết kế các chi tiết ảo trên màn hình máy tính, và hỗ trợ máy CNC để gia công các chi tiết đó. Từ đây Mastercam phát triển vượt bậc và trở thành gói CAD/CAM được sử dụng nhiều nhất trên thế giới. CNC Software, Inc. hiện nay được đặt ở Tolland, Connecticut. Các thiết lập đường chạy dao hoàn chỉnh của Mastercam bao gồm contour, drill, pocketing, face, peel mill, engraving, surface high speed, advanced multiaxis, và nhiều tính năng khác giúp người vận hành có thể cắt chi tiết một cách

nhANH và chính xác. Người dùng Mastercam có thể tạo và cắt các chi tiết thông qua nhiều hệ điều hành và loại máy CNC, hoặc họ có thể dùng các công cụ cao cấp của Mastercam để tạo ra các ứng dụng tùy chỉnh. Mastercam cũng có tính linh hoạt thông qua các ứng dụng của bên thứ 3 và gọi là Chooks, dùng cho các máy chuyên biệt và các ứng dụng riêng. Mastercam là tên kết hợp giữa master (chuyên gia) và cam là lập trình gia công. Với phiên bản Mastercam X(10), là ứng dụng hoàn chỉnh trên hệ Windows cụ thể là từ hệ điều hành DOS. Và nó cũng có các chuyển đổi trên các hệ điều hành này. Mastercam X2 cung cấp nhiều cải tiến so với bản X. Mastercam hỗ trợ nhiều loại máy gia công, với từng cấp chức năng, as cũng như các add in cho phần thiết kế khối, gia công 4-axis, và 5-axis. Với các tính năng hiện đại phù hợp với điều kiện sản xuất tại Việt Nam nên phần mềm này cũng có chỗ đứng khá lâu trong giảng dạy, nghiên cứu và sản xuất.

- CATIA: Là Computer Aided Three Dimensional Interactive Application, nghĩa là Xử lý tương tác trong không gian ba chiều có sự hỗ trợ của máy tính là một bộ phần mềm thương mại phức hợp CAD/CAM/CAE được Dassault Systemes (một công ty của Pháp) phát triển và IBM phân phối trên toàn thế giới. Catia được viết bằng ngôn ngữ lập trình C++. Catia là viên đá nền tảng đầu tiên của bộ phần mềm quản lý toàn bộ 1 chu trình sản phẩm của Dassault. Phần mềm này được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực của Việt Nam từ giáo dục, nghiên cứu và sản xuất thương mại, đặc biệt nó được sử dụng trong các công ty, nhà máy sản xuất lớn như TOYOTA, hay THACO Trường Hải...

- PRO/ENGINEER: hay Creo Elements / Pro, hoặc Creo Elements / Direct Modelling, Pro/ ENGINEER (Pro/E) là phần mềm của hãng Parametric Technology Corporation (PTC). Đây là phần mềm thiết kế cơ khí phục vụ chủ yếu cho ngành chế tạo máy như thiết kế khuôn mẫu. Là phần mềm CAD áp dụng nguyên lý tham số (parameter) trong thiết kế. Theo đó tất cả những phần tử thiết kế ra đều ở dạng tham số. Điều này giúp nâng cao hiệu suất thiết kế, khi cần nhà thiết kế có thể hiệu chỉnh dễ dàng những phần tử này mà không phải thiết kế lại từ đầu.

Hiện nay, số người sử dụng Pro/E trên thế giới rất nhiều, kể cả Việt Nam

(chiếm trên 75%) nên chúng ta sẽ có cơ hội học hỏi, trao đổi lẫn nhau những vấn đề liên quan đến CAD/CAM với thế giới bên ngoài. Do vậy, việc chọn học Pro/E là một hướng đi tốt cho chúng ta trước khi vào nghề và cũng là cách duy nhất để chúng ta nấp bắt, đuổi kịp trình độ công nghệ của thế giới.

Pro/Engineer phục vụ rất tốt cho ngành cơ khí khuôn mẫu (thiết kế và gia công) như khuôn dập, khuôn rèn, khuôn nhựa.... Pro/E có một lợi thế là giá rẻ nên đã chiếm lĩnh các thị trường hạng trung và cao.

- TopSolid: là một giải pháp phần mềm CAD/CAM toàn diện hàng đầu thế giới của hãng Missler, thành lập từ năm 1984 có trụ sở tại Pháp. Với công nghệ tiên tiến và đổi mới liên tục vì lợi ích của khách hàng, TopSolid đã phát triển mạnh mẽ trên thị trường CAD / CAM toàn cầu và chủ yếu tập trung vào các lĩnh vực như Cơ khí (máy móc, công cụ, v.v...), gia công kim loại tấm và ngành gỗ.

- Hệ thống này bao gồm các mô-đun khác nhau để thiết kế và sản xuất, sử dụng cùng một giao diện người dùng và cùng một cơ sở dữ liệu liên kết và do đó tránh trùng lặp trong giai đoạn dự án. Ưu điểm này là hệ thống duy nhất trong ngành bao gồm giải pháp PDM và ERP tích hợp. Sau này chủ yếu được phân phối ở Pháp. Hiện nay, phần mềm đã được đưa vào Việt Nam thông qua hợp tác giáo dục và phát triển nghề cơ khí chất lượng cao của 2 chính phủ Pháp và Việt Nam và được các công ty từ châu Âu sử dụng khá phổ biến tại Việt Nam.

- Các phần mềm như CIMATRON, DENFORD Và còn nhiều phần mềm CAD/CAM/CAE được sử dụng trong ngành cơ khí chế tạo tại Việt Nam.

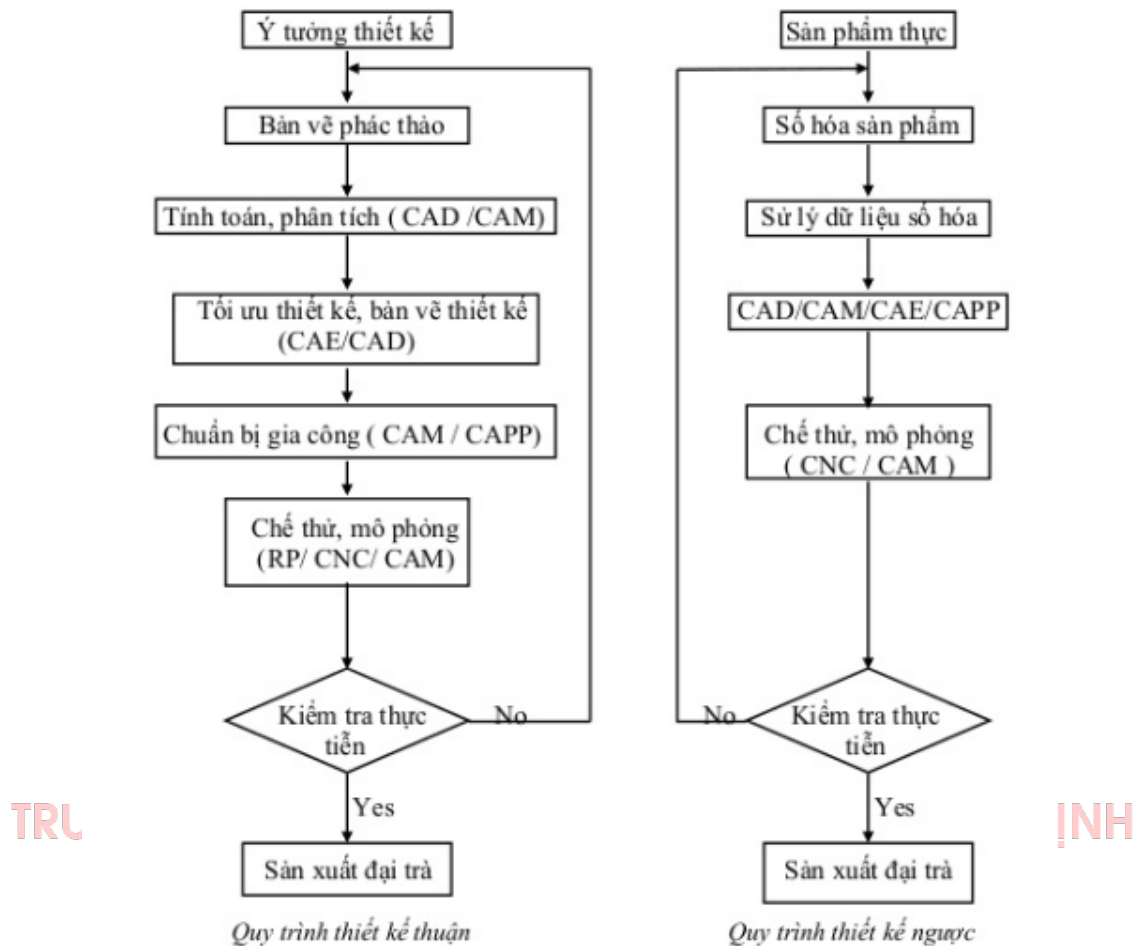
1.2. Kỹ thuật thiết kế ngược

1.2.1. Đặc điểm của thiết kế ngược

1.2.1.1. Giới thiệu về kỹ thuật ngược

Từ những năm 1990, kỹ thuật thiết kế ngược đã được nghiên cứu áp dụng trong lĩnh vực phát triển sản phẩm, đặc biệt là lĩnh vực thiết kế các mô hình 3D từ mô hình đã có với sự trợ giúp của máy tính. Kỹ thuật thiết kế ngược ngày càng được phát triển theo sự phát triển của máy quét hình, máy đo 3 chiều và các phần mềm CAD/CAM [1,4, 5].

Có thể so sánh hai quá trình kỹ thuật ngược và kỹ thuật thuận như sau:



Hình 1.1: So sánh kỹ thuật thuận và kỹ thuật ngược

Trong công nghệ gia công truyền thống, để chế tạo ra sản phẩm từ ý tưởng hoặc nhu cầu sản xuất, người ta thiết kế mô hình CAD, phác thảo sản phẩm, tính toán thiết kế, chế thử, đưa ra phương án tối ưu, rồi gia công trên máy công cụ.

Bản chất của kỹ thuật ngược này là sử dụng các thiết bị quét 3D kết hợp với phần mềm thích hợp để tái tạo lại bản vẽ thiết kế dưới dạng số hóa mô hình sản phẩm hoặc sản phẩm có sẵn để tối ưu hóa dữ liệu, xây dựng chỉnh sửa mô hình CAD và sử dụng dữ liệu CAD đó để chế tạo ra bản sao bằng gia công CNC, tạo mẫu nhanh...

Trong vài chục năm gần đây, xuất hiện dạng sản xuất theo chu trình mới, chế tạo sản phẩm theo sản phẩm có sẵn, nhiều khi người ta cần chế tạo ra các mẫu có sẵn mà chưa (hoặc không) có mô hình CAD tương ứng như một số loại sản phẩm:

- Các sản phẩm đồ cổ
- Những chi tiết đã ngừng sản xuất từ lâu
- Những chi tiết không rõ nguồn gốc xuất xứ, tài liệu thiết kế của sản phẩm gốc không còn

- Những tác phẩm điêu khắc
- Những chi tiết phức tạp
- Các bộ phận cơ thể con người và động vật dùng trong kỹ thuật cấy ghép

Để tạo được mẫu của những sản phẩm này, trước đây người ta đo đạc trực tiếp từ sản phẩm rồi vẽ phác lại hoặc dùng sáp, thạch cao để in mẫu. Các phương pháp này cho độ chính xác không cao, tốn nhiều thời gian và công sức, đặc biệt là những chi tiết phức tạp.

Ngày nay người ta đã sử dụng máy đo 3 chiều CMM hoặc máy quét hình để quét hình dáng của những chi tiết. Sau khi quét hình cho dữ liệu là đám mây điểm, nhờ phần mềm CAD/CAM chuyên dụng để xử lý dữ liệu quét và phải chuyển sang dạng lưới tam giác để xây dựng mô hình bề mặt và cuối cùng tạo ra được mô hình CAD 3D dưới dạng khối (Solid) hoặc dạng bề mặt (Surface) với độ chính xác cao. Mô hình 3D này có thể chỉnh sửa lại kết cấu theo ý muốn nếu cần.

Ngoài việc chế tạo các chi tiết khác nhau, kỹ thuật ngược còn có một số ứng dụng sau đây:

- Kỹ thuật ngược còn được ứng dụng để kiểm tra chất lượng chế tạo sản phẩm bằng cách so sánh dữ liệu đo, số hóa bề mặt sản phẩm chế tạo với mô hình CAD thiết kế. Với các chi tiết cơ khí cấu thành từ các bề mặt tự do như: cánh quạt, cánh turbine... rất khó có thể kiểm tra bằng các dụng cụ thông thường như thước cặp, thước đo góc... Việc ứng dụng máy quét và phần mềm kỹ thuật ngược là một giải pháp thích hợp để kiểm tra sản phẩm một cách nhanh chóng và hiệu quả.

- Mô hình CAD được sử dụng như mô hình trung gian trong quá trình thiết kế bằng cách tạo sản phẩm thủ công trên đất sét, thạch cao, sáp...rồi sau đó quét hình để tạo thành mô hình CAD, mô hình này có thể thiết kế chỉnh sửa theo ý muốn.

Như vậy, công nghệ kỹ thuật ngược tạo ra các sản phẩm từ mẫu cho trước, có

thể tạo ra một cách nguyên vẹn hoặc phát triển từ sản phẩm ban đầu.

1.2.1.2. Ưu nhược điểm của kỹ thuật ngược

*** Ưu điểm**

- Rút ngắn được thời gian chế tạo, mang lại năng suất cao trong sản xuất.
- Từ mô hình CAD, có thể chỉnh sửa, thiết kế theo ý muốn một cách linh hoạt, mà trước đây chúng ta cần phải tạo mô hình mẫu thử từ đất sét, thạch cao...
- Có thể kiểm tra nhanh chóng chất lượng sản phẩm thông qua mô hình CAD ban đầu và máy Scan.
- Dễ dàng tái tạo lại nhiều mô hình mà không cần có bản vẽ CAD.

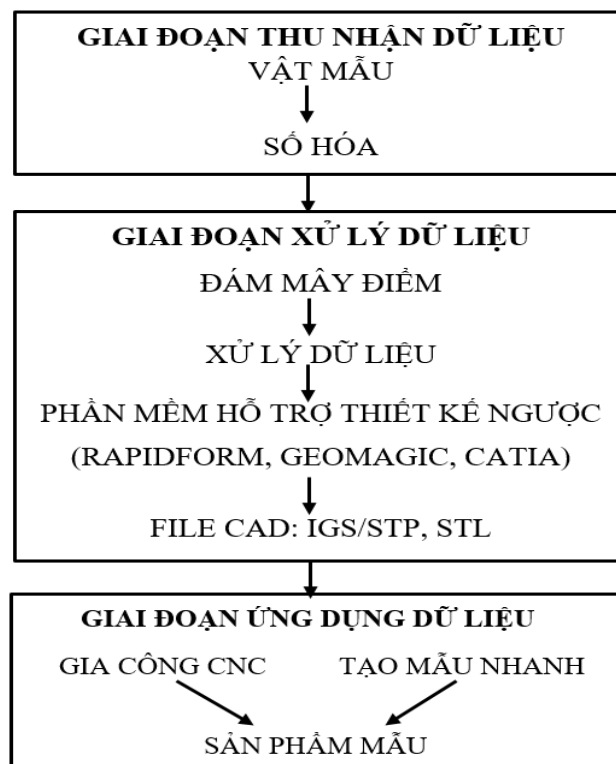
*** Nhược điểm**

- Giá thành quét mẫu và thiết kế cao.
- Thiết bị máy quét với giá thành cao.

1.2.1.3. Các giai đoạn của kỹ thuật ngược

Kỹ thuật ngược được chia làm 3 giai đoạn: Giai đoạn thu nhận dữ liệu; Giai đoạn xử lý dữ liệu và giai đoạn ứng dụng dữ liệu.

Quá trình thực hiện có thể tổng quát bằng sơ đồ sau:



Hình 1.2: Sơ đồ các giai đoạn của kỹ thuật ngược

*** Giai đoạn thu nhận dữ liệu (giai đoạn dùng máy quét hình)**

Có thể dùng máy đo dạng tiếp xúc (CMM) hoặc máy quét không tiếp xúc (tia laser hoặc ánh sáng đơn sắc).

*** Giai đoạn xử lý dữ liệu**

- Xử lý điểm: Thông thường được thực hiện một cách tự động trên phần mềm hỗ trợ thiết kế ngược. Tiếp theo cần loại bỏ các dữ liệu không cần quan tâm như các vùng không cần thiết, các vùng dữ liệu tạp chất bị nhiễu do quá trình quét (chế độ ánh sáng, các thiết bị gá đặt chi tiết ...). Các vùng gổì đề lên nhau sẽ có những điểm cần loại bỏ.

- Loại bỏ các điểm không cần thiết: Việc này giúp làm giảm dung lượng của tệp tin dữ liệu, làm giảm mật độ điểm trên đám mây điểm. Các tập điểm cần thiết để định nghĩa bề mặt vẫn được tồn tại.

- Xây dựng đám mây điểm thành dạng lưới tam giác: Một mạng lưới tam giác được tạo ra giữa các điểm. Nếu hiển thị dạng đám mây điểm thì sẽ khó hình dung về cấu trúc vật thể. Dạng lưới tam giác hiển thị một cách rõ ràng cấu trúc vật thể, hỗ trợ cho thao tác trên phần mềm thiết kế [1,4, 5].

*** Giai đoạn ứng dụng dữ liệu**

- Sau cùng là giai đoạn ứng dụng, mô hình thiết kế có thể được tinh chỉnh, tối ưu bằng các phương pháp phân tích CAE, hay chuyển sang công đoạn thiết kế khuôn cho sản phẩm và cuối cùng là xuất dữ liệu thiết kế dưới dạng bản vẽ kỹ thuật.

- Có thể sử dụng trực tiếp dữ liệu thiết kế cho công đoạn sản xuất bằng cách chuyển mô hình CAD sang phần mềm CAM để lập trình gia công CNC, hay chuyển sang dữ liệu STL cho quá trình tạo mẫu nhanh.

- Ngoài việc phục vụ thiết kế chế tạo, quy trình thiết kế ngược còn được sử dụng để kiểm tra, đánh giá độ chính xác giữa sản phẩm gia công so với nguyên mẫu.

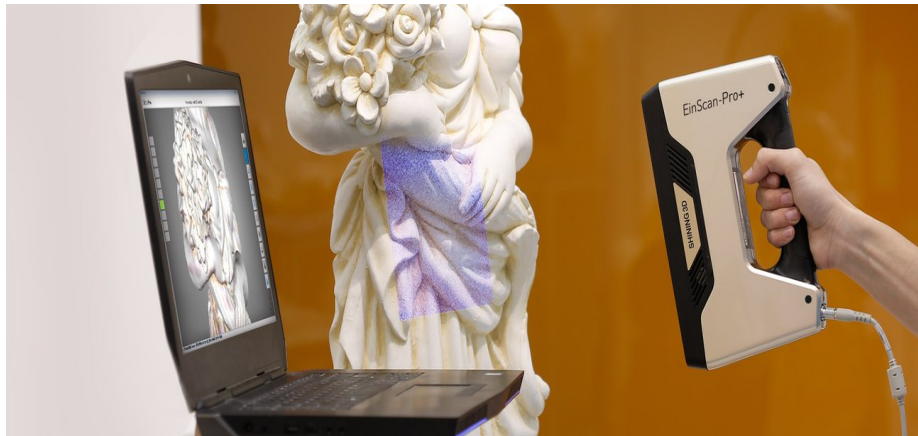
1.2.1.4. Các ứng dụng của kỹ thuật thiết kế ngược

Với tính ưu việt của mình là mô hình hóa được nhiều chi tiết (kể cả các chi tiết có độ phức tạp cao) một cách nhanh chóng và chính xác đáp ứng tối đa các nhu

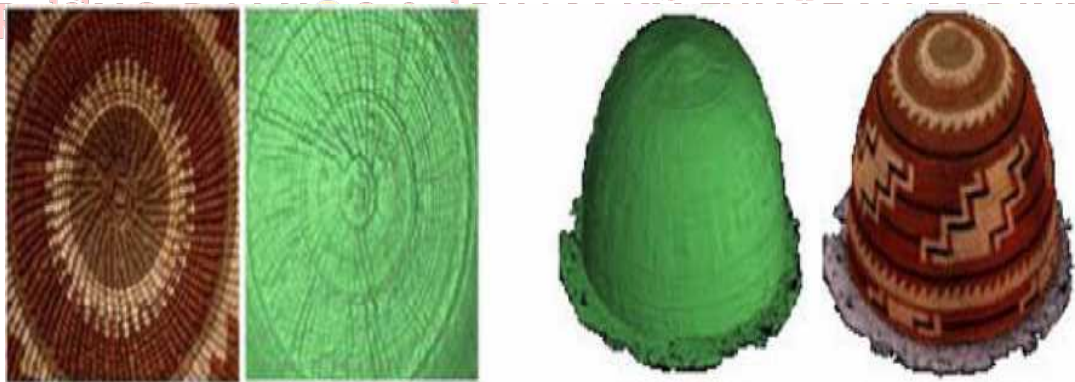
cầu đa dạng của thị trường trong rất nhiều lĩnh vực [8,11].

* Trong lĩnh vực nghệ thuật.

Trong lĩnh vực này công nghệ thiết kế ngược được thể hiện ở việc sao chép hoặc phân tích các đặc điểm, nét vẽ của các kiệt tác hội họa, điêu khắc. Với các thiết bị hiện đại và sự trợ giúp của máy tính chúng ta có thể xây dựng được các dữ liệu CAD giống hệt mô hình thật do các nhà mỹ thuật tạo ra với dung sai nhỏ.



Hình 1.3: Ứng dụng RE dựng mô hình CAD cho các tác phẩm nghệ thuật



Hình 1.4: Ứng dụng RE lấy mẫu hoa văn thủ công

* Ứng dụng thiết kế lại sản phẩm cơ khí

Công nghệ RE có vai trò rất lớn trong cải tiến mẫu mã sản phẩm. Yêu cầu về thời gian không cho phép chúng ta khi chế tạo 1 mẫu mã mới có thể bắt đầu chu trình sản xuất từ khâu phác thảo thiết kế tới tính toán, tối ưu, chế thử kiểm tra nghiệm mới đưa vào sản xuất vì quá trình trên tốn rất nhiều thời gian, công sức. Do vậy mà chúng ta phải biết kế thừa các mẫu sản phẩm đã được tối ưu, đạt các tiêu chuẩn kiểm tra trên cơ sở đó ta thiết kế lại phù hợp với yêu cầu mới để có được một mẫu mã mới.

Như vậy sẽ giảm được thời gian thiết kế, rút ngắn thời gian đưa sản phẩm vào thị trường tức là giảm thời gian của chu trình sản xuất.

Do vậy kỹ thuật thiết kế ngược RE thực sự sẽ là trọng tâm của công nghệ thiết kế sản phẩm của tương lai.



Mô hình quét mẫu sản phẩm

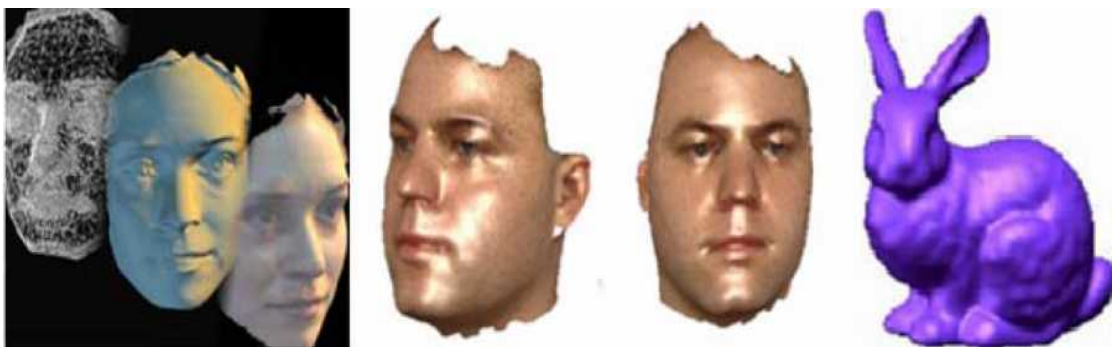


Mô hình CAD đưa ra

Hình 1.5: Ứng dụng RE thiết kế lại sản phẩm cơ khí phức tạp

*** Ứng dụng thiết kế lại**

Công nghệ RE còn được sử dụng khi cần thay thế 1 chi tiết, bộ phận mà nhà sản xuất không còn cung cấp, chúng ta phải chế tạo lại chúng mà không hề có bản vẽ thiết kế. Hay khi muốn sản xuất theo mẫu mã mới tối ưu trên thị trường mà nhà thiết kế ra chúng làm mất, làm hỏng, hoặc không muốn cung cấp tài liệu thiết kế. Đặc biệt là khi sản phẩm có hình dạng rất phức tạp, khó miêu tả như hình người, hình con vật ...



Hình 1.6: Ứng dụng RE lấy mẫu mặt người và động vật

*** Ứng dụng trong khảo cổ học**

Công nghệ RE cho phép khôi phục hình dạng của các sinh vật thời tiền sử dựa trên các hóa thạch cổ thu được trong đất, đá, hay trong băng mà không hề làm tổn hại hay phá hoại mẫu hóa thạch đó. RE còn cho phép chúng ta dựng lại

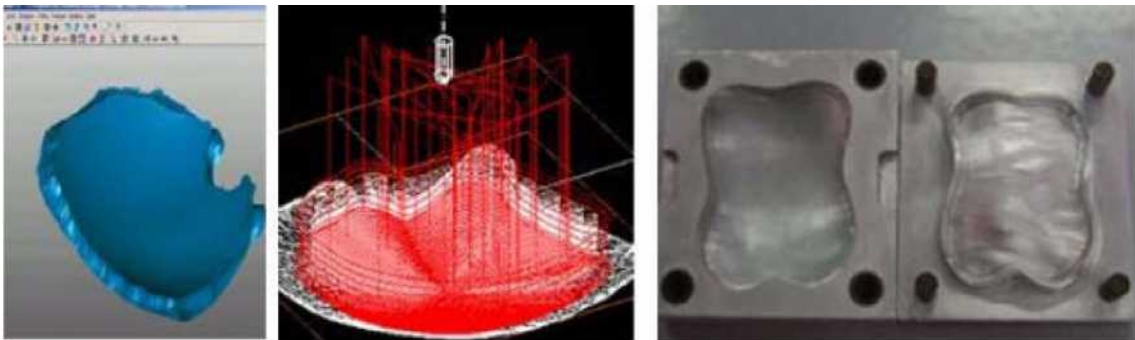
các mẫu tượng cổ, khôi phục lại các công trình kiến trúc, nghệ thuật cổ đã bị tàn phá trong lịch sử.



Hình 1.7: Ứng dụng RE trong khảo cổ học

*** Ứng dụng trong y học:**

Công nghệ thiết kế ngược cho phép chúng ta có thể tạo ra các bộ phận cơ thể phù hợp cho từng bệnh nhân trong thời gian ngắn để thay thế các khuyết tật, các bộ phận hỏng, bị tổn thương, bị hư hại do tai nạn hoặc do bẩm sinh như xương, khớp, răng hàm, mảnh sọ não...



Mô hình CAD Chương trình gia công

Khuôn bằng nhôm

Hình 1.8: Ứng dụng RE tạo mảnh sọ não dùng trong y học

*** Ứng dụng trong thời trang:**

RE trợ giúp đắc lực cho các nhà thiết kế tạo các trang phục các mẫu mã theo hình dáng con người.

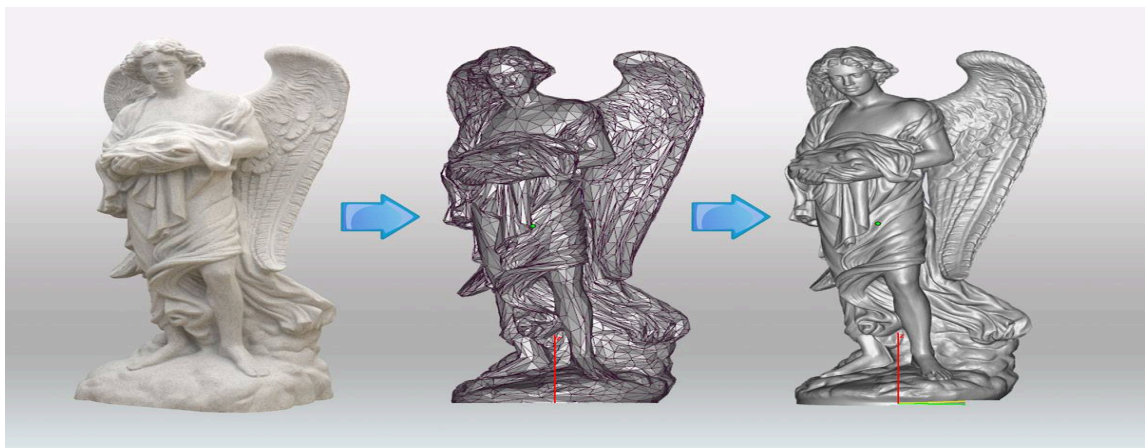
* Công nghệ RE còn được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực giải trí, mô phỏng như thiết kế các nhân vật trong Game 3D, tạo các môi trường giao diện ảo trong Game phục vụ giả trí, làm phim ảnh hay mô phỏng một quá trình nào đó phục vụ cho một mục đích nào đó.



Hình 1.9: Sử dụng RE thiết kế nhân vật và môi trường trong Game

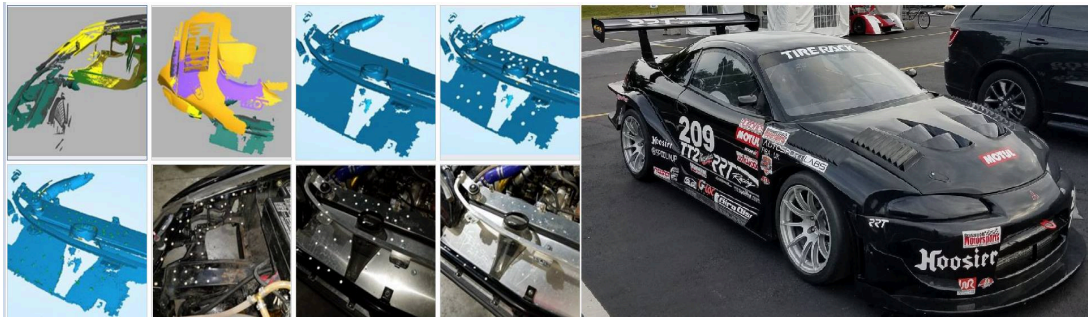
* Công nghệ RE còn được áp dụng trong một vài lĩnh vực khác nữa. Nói chung cứ ở đâu cần thiết kế đưa ra mô hình CAD thì ở đó có thể áp dụng công nghệ RE. Với tính ưu việt về thời gian và độ chính xác, công nghệ thiết kế ngược hứa hẹn sẽ là công nghệ thiết kế chủ đạo của nền sản xuất trong tương lai.

* Ứng dụng công nghệ quét 3D



Hình 1.10: Công nghệ quét 3D để kiểm tra sản phẩm

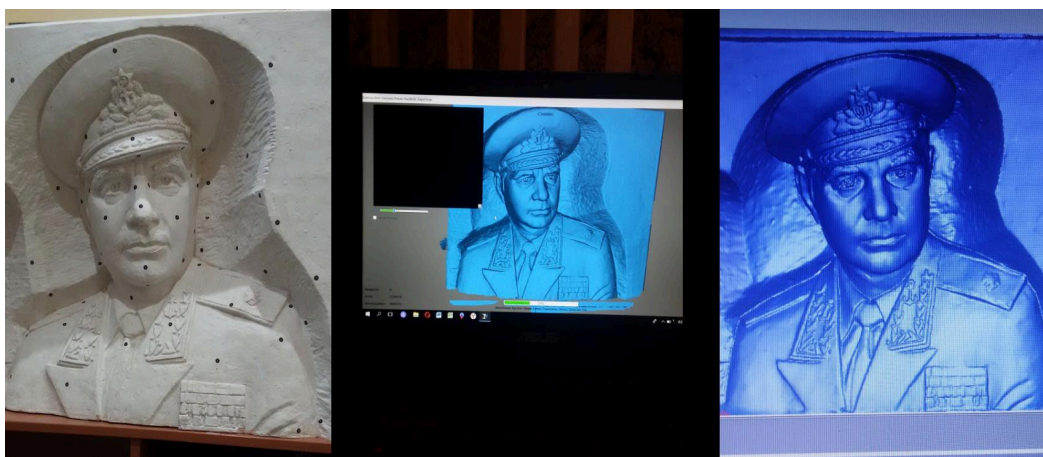




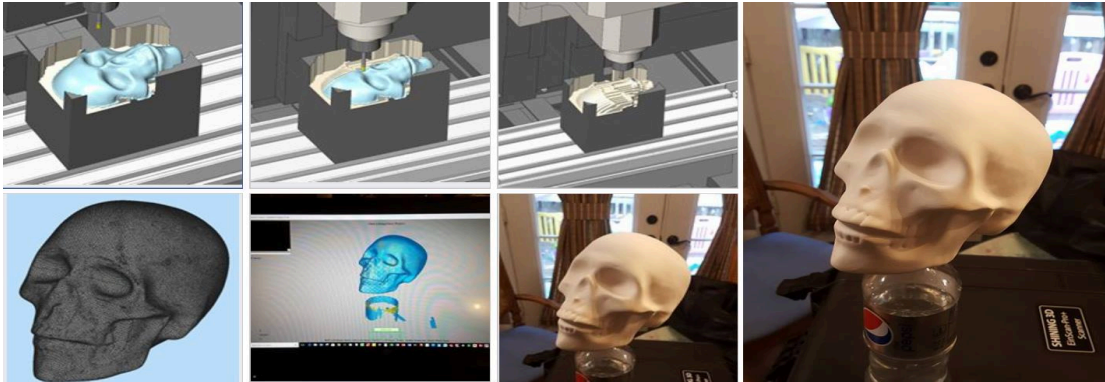
Hình 1.11: Ứng dụng RE trong ngành nhựa - chế tạo xe ô tô



Hình 1.12: Ứng dụng RE trong ngành quảng cáo- maketing



Hình 1.13: Ứng dụng RE trong ngành điêu khắc đá



Hình 1.14: Ứng dụng RE trong ngành gia công mẫu



Hình 1.15: Ứng dụng RE trong ngành thiết kế nội thất- ngoại thất

1.2.2. Công cụ phần mềm Solidworks

1.2.2.1. Tìm hiểu tổng quan về phần mềm

Hiện nay Solidworks được sử dụng khá phổ biến trên thế giới. Ở Việt Nam phần mềm này được sử dụng rất nhiều không chỉ trong lĩnh vực cơ khí mà nó còn được mở rộng ra các lĩnh vực khác như: Điện, khoa học ứng dụng, cơ mô phỏng...

Phần mềm Solidworks cung cấp cho người dùng những tính năng tuyệt vời nhất về thiết kế các chi tiết các khối 3D, lắp ráp các chi tiết đó để hình thành nên nhưng bộ phận của máy móc, xuất bản vẽ 2D các chi tiết đó là những tính năng rất phổ biến của phần mềm Solidworks, ngoài ra còn có những tính năng khác nữa như: Phân tích động học (motion), phân tích động lực học (simulation). Bên cạnh đó phần mềm còn tích hợp modul Solidcam để phục vụ cho việc lập trình gia công trên CNC nhờ có phay Solidcam và tiện Solidcam hơn nữa cũng có thể lập trình gia công nhiều trục trên Solidcam, modul 3Dquickmold phục vụ cho việc thiết kế khuôn.

Việc tích hợp nhiều tính năng và modul cũng như các Add-in trên phần mềm

Solidworks giúp cho người sử dụng chuyên môn hóa trên phần mềm hơn. Và không cần phải sử dụng nhiều phần mềm để thực hiện các công việc khác nhau [9].

1.2.2.2. Tìm hiểu về những tính năng trên phần mềm Solidworks

a. Khả năng thiết kế mô hình 3D hoàn hảo

Đây là một trong những tính năng khá nổi bật của phần mềm solidworks. Thông qua việc thiết kế các các biên dạng 2D sẽ dựng được các khối 3D theo yêu cầu, tính năng này khá là dễ học thông qua các tài liệu thiết kế trên solidworks [9,10].

b. Tính năng lắp ráp các chi tiết

Đây là một tính năng mà hầu như các phần mềm CAD/CAM nào cũng có. Các chi tiết 3D sau khi thiết kế xong có thể lắp ráp lại với nhau tạo thành một bộ phận máy hoặc một máy hoàn chỉnh. Xây dựng các đường dẫn thể hiện quy trình lắp ghép [9,10].

c. Xuất bản vẽ trên phần mềm solidworks

Phần mềm Solidworks cho phép ta tạo các hình chiếu vuông góc các chi tiết hoặc các bản lắp với tỉ lệ và vị trí do người sử dụng quy định mà không ảnh hưởng đến kích thước.

Công cụ tạo kích thước tự động và kích thước theo quy định của người sử dụng. Tạo các chú thích cho các lỗ một cách nhanh chóng. Chức năng ghi độ nhám bề mặt, dung sai kích thước và hình học được sử dụng để dàng [9,10].

d. Tính năng lập trình gia công trên Solidworks

Để dùng được chức năng này, chúng ta phải sử dụng một modul nữa của solidworks là Solidcam. Đây là modul Cam của Solid, nó được tách ra để bán riêng. nếu ai có điều kiện thì tải về dùng, nó chạy ngay trên giao diện của solidworks, việc sử dụng của SolidCam quả thật vô cùng thân thiện, và dễ sử dụng [9,10].

e. Phân tích động lực học trên Solidworks

SolidWorks Simulation cung cấp các công cụ mô phỏng để kiểm tra và cải thiện chất lượng bản thiết kế. Các thuộc tính vật liệu, mối ghép, quan hệ hình học được định nghĩa trong suốt quá trình thiết kế được cập nhật đầy đủ trong mô phỏng. Các sản phẩm được kiểm tra về độ bền, về hệ số an toàn và được phân tích động học

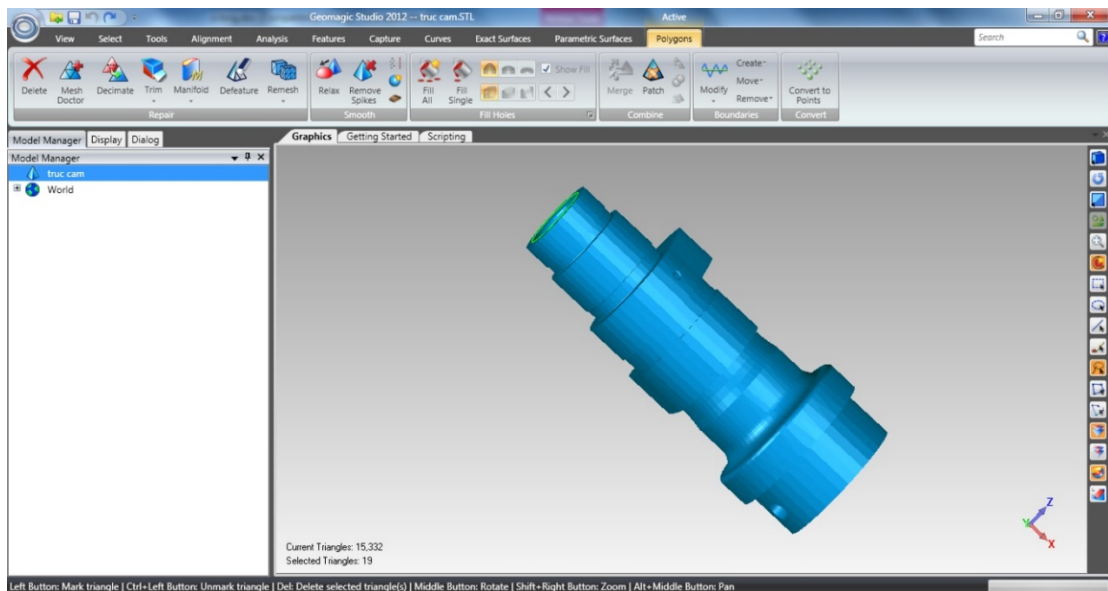
đầy đủ. Hơn thế nữa, tất cả các dạng hình học đều được hỗ trợ để mô phỏng tính toán như thật với các tính năng về kết cấu, thành mỏng và khối solid [9,10].

1.2.3. Công cụ phần mềm thiết kế ngược Geomagic Studio

1.2.3.1. Giới thiệu chung về phần mềm Geomagic Studio

Geomagic Studio là phần mềm được sử dụng rộng rãi trên thế giới về mảng thiết kế ngược. Geomagic Studio có thể ứng dụng trong sản xuất riêng lẻ, bảo tồn di sản.... Phần mềm Geomagic Studio sử dụng dữ liệu quét 3D có thể tạo ra mô hình chính xác như chế tạo ban đầu. Ngoài ra, từ dữ liệu quét 3D, có thể thay đổi theo ý tưởng thiết kế mới nhằm tái tạo một hay nhiều vô hạn các hình dạng phức tạp một cách nhanh chóng và dễ dàng

Geomagic Studio tích hợp được với tất cả các máy quét 3D và phần mềm CAD/CAM. Tính năng tự động và đơn giản hóa quy trình làm việc giúp giảm tối đa thời gian và tiết kiệm chi phí.



Hình 1.16: Phần mềm Geomagic Studio

Tính năng vượt trội của Geomagic Studio:

Chia lưới đám mây điểm thành các đa giác một cách chính xác và thông minh.

Tăng hiệu quả và tối ưu hóa thời gian sản xuất. Geomagic Studio hoạt động nhanh hơn so với các phần mềm CAD cổ điển, ngay cả đối với các đối tượng phức tạp

Chức năng và tính năng tự động cao giúp người dùng có thể nhanh chóng tiếp

cận với phần mềm, tích hợp với các phần mềm CAD lớn, xuất ra các file có định dạng tiêu chuẩn như: STL, OBJ, VRML, DXF, PLY, 3DS, PDF.

Hỗ trợ hàng loạt các máy quét tiêu chuẩn (các loại máy Scan 3D).

Phần mềm Geomagic có giấy chứng nhận PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt).

Ngoài ra, Geomagic Studio còn có các module để thiết kế mô phỏng, lập trình gia công CAM (Tối ưu hóa thiết kế và đạt hiệu quả cao trong gia công) [8].

1.2.3.2. Ứng dụng phần mềm thiết kế ngược Geomagic Studio

a. Thiết kế và sản xuất cơ khí

Đối với tất cả mọi thứ, từ các bộ phận lỗi thời đến thử nghiệm xe NASCAR để có tính khí động học đường đua hoàn hảo, Geomagic Studio mang đến sức mạnh của 3D khi chuyển đổi các vật thể vật lý thành các mô hình kỹ thuật số. Các kỹ sư sau đó có thể nhanh chóng sử dụng dữ liệu 3D trong vô số các quy trình kỹ thuật: trang bị lại, trang bị thêm và phát triển các phương tiện mới và các bộ phận xe nhanh hơn nhiều so với thiết kế từ đầu [12,13].

b. Hàng không vũ trụ

Khi độ chính xác và tốc độ là quan trọng nhất, các nhà thiết kế hàng không vũ trụ, nhà sản xuất, thanh tra và đội sửa chữa dựa vào Geomagic Studio để tạo ra các mô hình kỹ thuật số 3D, sau đó được sử dụng để sản xuất một loạt các bộ phận tùy chỉnh và đảm bảo độ chính xác của thành phần. Geomagic Studio đang được sử dụng trên toàn thế giới để tái cấu trúc cánh quạt tùy chỉnh, sửa chữa máy bay chiến đấu và kiểm tra các thành phần hàng không vũ trụ và hàng không quan trọng [12,13].

c. Sản xuất thiết bị nặng

Geomagic Studio cho phép các bộ phận dễ dàng được chụp và chuyển vào nền tảng MCAD 3D để thiết kế lại hoặc được lưu dưới dạng bề mặt chính xác để thử nghiệm hao mòn. Sử dụng dữ liệu quét 3D, Geomagic Studio cung cấp các mô hình 3D hoàn chỉnh, chính xác trong vòng vài phút hoặc vài giờ, cho phép dễ dàng sử dụng lại các bộ phận, công cụ, khuôn và khuôn trong quá trình thiết kế để sản xuất [12,13].

d. Thiết bị và Thiết bị Y tế

Geomagic Studio đơn giản hóa quá trình tạo ra các thiết bị y tế tùy chỉnh - chẳng hạn như chân tay giả, cấy ốc tai điện tử, thiết bị điều trị hở hàm ếch và khớp thay thế - và tăng chất lượng của chúng, để chúng phù hợp hoàn hảo và giảm đau sau phẫu thuật. Sử dụng dữ liệu quét CT của bộ xương người và dữ liệu quét 3D của các hình dạng cơ thể, Geomagic Studio cho phép các nhà thiết kế nhanh chóng tạo ra các sản phẩm xung quanh các yêu cầu độc đáo của bệnh nhân [12,13].

1.2.4. Công nghệ và thiết bị đo quét 3D

1.2.4.1 Công nghệ quét 3D

Công nghệ quét 3D là một quá trình xác định hình dạng bề mặt của vật thể trong không gian ba chiều để tạo ra mô hình kỹ thuật số 3D. Quét 3D đã mở ra một bước ngoặt mới trong công nghệ 3D, bất kỳ mô hình vật chất nào tồn tại trên thế giới đều có thể mô hình hóa bằng dữ liệu kỹ thuật số chỉ trong vòng vài giờ đồng hồ. Công nghệ này được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực từ sản xuất cơ khí, khảo cổ học, y tế đến giao thông, xây dựng...

Phần lớn cơ sở sản xuất ở Việt Nam là các doanh nghiệp vừa và nhỏ, ngân sách đầu tư cho công tác nghiên cứu phát triển sản phẩm còn hạn chế. Do vậy, ứng dụng công nghệ quét 3D sẽ giúp các doanh nghiệp tiết kiệm thời gian, giảm chi phí và nâng cao chất lượng đầu ra cho sản phẩm

1.2.4.2. Các phương pháp đo

a. Phương pháp đo tiếp xúc

Phương pháp đo tiếp xúc: dùng đầu đo, tiếp xúc trực tiếp với bề mặt của chi tiết. Với các vị trí tiếp xúc đã lập trình trước hoặc điều khiển bằng tay và được liên tục ghi lại các vị trí tọa độ nhận được.

Đây là phương pháp đo các thông số theo phương pháp tọa độ và dùng các máy đo tọa độ 3 chiều (CMM_ Coordinate Measuring Machine)

Máy đo tọa độ thường là các máy đo 3 phương chuyển vị đo X, Y, Z. Cấu hình vật lý của máy đo CMM kiểu tiếp xúc khá đa dạng nhưng chúng đều có điểm chung là cung cấp các chuyển động tương đối cho đầu đo theo 3 trục đối với chi tiết.

Có hai loại máy đo dạng này:

+ Máy đo với đầu đo được chỉ dẫn bằng tay

Loại máy được dẫn động bằng tay vận hành đơn giản, nhẹ nhàng nhờ dùng dẫn trượt bi, tuy nhiên loại này có độ chính xác thấp hơn

+ Máy đo với đầu đo được lập trình bằng chương trình số



Máy đo tọa độ CMM



Đầu đo bằng tay



Đầu đo CNC

Hình 1.17: Máy đo và đầu đo dùng trong phương pháp đo tiếp xúc

*** Ưu điểm:**

- Độ chính xác đo khá cao, độ chính xác 0.1 micromet - 0.5 micromet.
- Sử dụng đầu đo linh hoạt, phù hợp với các chi tiết cần đo.
- Kết quả đo thuận lợi cho quá trình thiết kế các bề mặt chi tiết, do kết quả đo có hướng và là tập hợp lên các đường cong.

*** Nhược điểm:**

- Tốc độ đo không cao: quá trình đo tốn nhiều thời gian đối với các chi tiết có bề mặt phức tạp. Tốc độ đo khoảng 10 – 1000 điểm/ phút, chậm hơn rất nhiều so với công nghệ đo không tiếp xúc.
- Phương pháp này dùng đầu đo, do đó với các vị trí rãnh hẹp hơn bán kính đầu đo, hoặc các cạnh sắc của chi tiết thì phương pháp này gặp khó khăn và kết quả không chính xác [7].

b. Phương pháp đo không tiếp xúc

Trong phương pháp này, thiết bị đo sử dụng các tia quang học, âm thanh hay từ

trường để thu nhận dữ liệu. Phương pháp này thu nhận dữ liệu bằng các vùng dữ liệu. Trong khi phương pháp đo tiếp xúc thu nhận dữ liệu theo từng dòng điểm và thậm chí là thu nhận một điểm trong một lần đo.

Phương pháp này có thể sử dụng ở phạm vi rộng nhất và quá trình thu nhận dữ liệu nhanh nhất. Ánh sáng sử dụng có thể là một nguồn ánh sáng năng lượng cao hay một laser để thu nhận dữ liệu bề mặt. Quá trình thu nhận dữ liệu của phương pháp này diễn ra khi có sự tiếp xúc giữa đối tượng và tia dùng để quét (ánh sáng, tia laser,...).

*** Ưu điểm:**

- Thời gian hoàn thiện quá trình quét mẫu nhanh.
- Không ảnh hưởng đến vật mẫu cần đo, ví dụ như vật mẫu làm bằng các chất liệu mềm, đảm bảo được tính toàn vẹn của mẫu quét.

*** Nhược điểm:** Phương pháp này có giá thành cao, do thiết bị máy móc hiện đại [7].

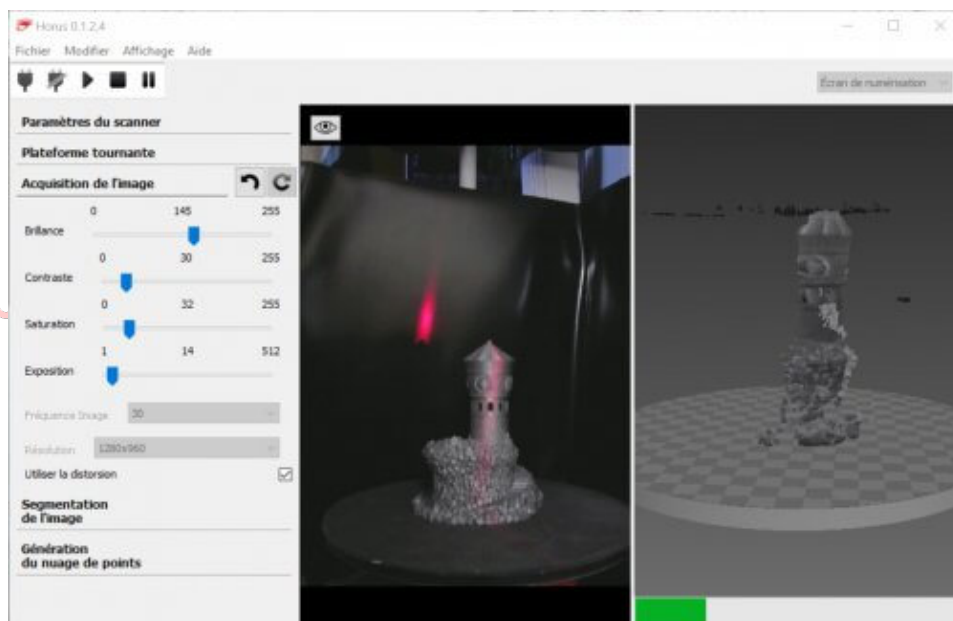
1.2.5. Tìm hiểu và sử dụng các chức năng cơ bản của máy Scanner 3D Horus

1.2.5.1. Tính năng

- Loại máy quét: cá nhân/văn phòng
- Công nghệ: Laser Triangulation
- Kích thước (mm): 450 x 330 x 230 mm
- Các kích thước tối đa của mô hình hóa (mm): 250 x 205mm
- Mô hình tối thiểu (mm) kích thước: 50 mm
- Trọng lượng (kg): 2,25 kg
- Độ chính xác (mm): 0,50
- Xuất định dạng: lớp
- Phần mềm: Horus
- Kết nối: Cáp USB
- Hệ thống tương thích: Windows, Linux, Mac
- Nguồn điện: 12 V 1.5 A



Hình 1.18: Máy quét 3D Horus



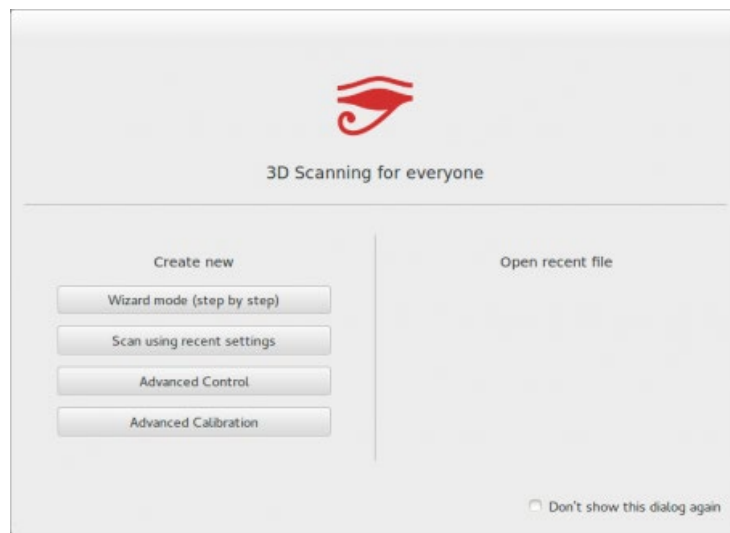
Hình 1.19: Giao diện của máy quét 3D Horus

1.2.5.2. Cài đặt

Horus có thể được cài đặt trên hệ điều hành Ubuntu, Windows và Mac.

Bước đầu tiên với Horus

Lần đầu tiên khi sử dụng máy, một thông báo chào mừng xuất hiện.



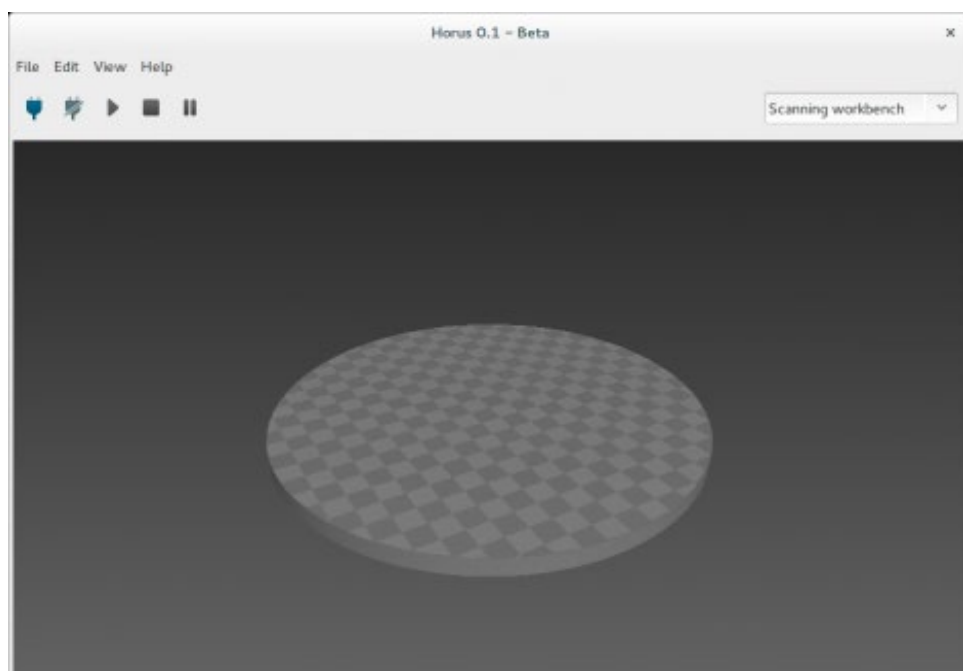
Hình 1.20: Cửa sổ làm việc ban đầu của máy quét 3D Horus

Cửa sổ này cung cấp các phím tắt cho các chức năng chính như khởi chạy trình hướng dẫn, quét hoặc truy cập bảng cấu hình nâng cao.

Nó cũng bao gồm quyền truy cập nhanh vào các mô hình được sử dụng gần đây (đám mây điểm hoặc lưới).

Cửa sổ chính

Cửa sổ chính có thanh menu, thanh công cụ và menu thả xuống để chuyển giữa các chế độ làm việc



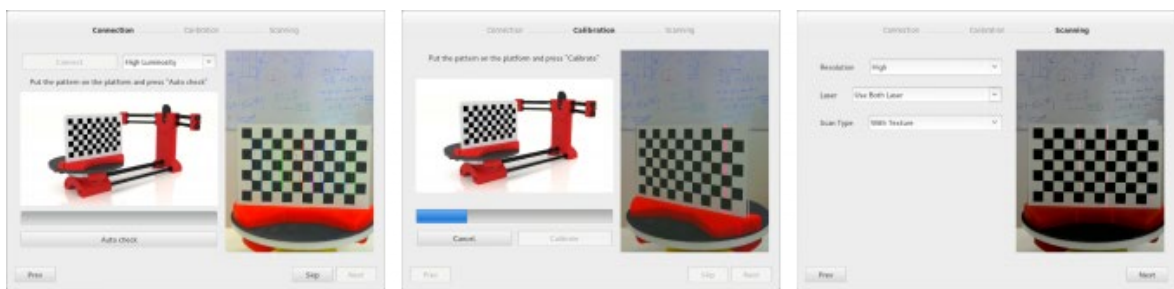
Hình 1.21: Cửa sổ chính làm việc của máy quét 3D Horus

Phần mềm bao gồm tùy chọn tải file và lưu file, cũng như đặt lại các tham số mặc định. Nó cũng cung cấp quyền truy cập vào các tùy chọn trong đó người dùng có thể điều chỉnh các tham số kết nối, firmware hoặc chọn ngôn ngữ ứng dụng.

Phần quét cho phép các tùy chọn để tải file, lưu và xóa mô hình. Mô hình là một đối tượng 3D, có thể là đám mây điểm dạng file PLY hoặc lưới STL.

Phần hướng dẫn hiệu chỉnh

Trình hướng dẫn sẽ hướng dẫn người dùng thông qua phiên bản đơn giản hóa của các quy trình kết nối, hiệu chỉnh và điều chỉnh các tham số quét.

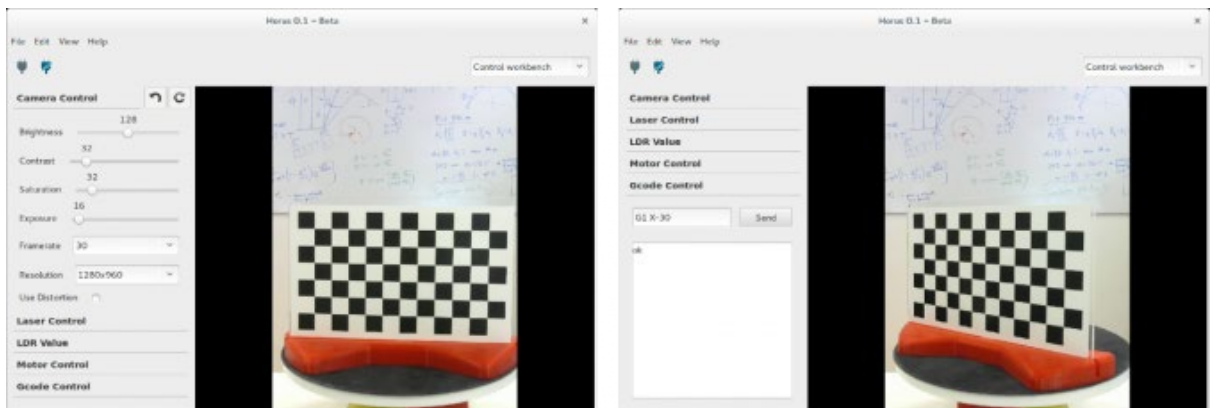


Hình 1.22: Hướng dẫn hiệu chỉnh máy quét 3D Horus

Cấu hình nâng cao

Phần này mô tả các bàn làm việc kiểm soát và hiệu chuẩn.

Kiểm soát nâng cao: cho phép kiểm soát tất cả các thành phần của máy quét một cách độc lập: máy ảnh, laser và động cơ bước. Nó cũng cho phép đọc các cảm biến LDR - một tính năng được thêm vào để thực hiện điều chỉnh thông minh camera.



Hình 1.23: Hiệu chỉnh cấu hình nâng cao máy quét 3D Horus

Phần điều khiển camera cho phép thay đổi các thông số sau:

- Độ sáng: độ sáng hình ảnh
- Độ tương phản: sự khác biệt tương đối của cường độ hình ảnh
- Độ bão hòa: cường độ màu của hình ảnh
- Phơi sáng: thời gian mở của ống kính máy ảnh tính bằng mili giây
- Tốc độ khung hình: số lượng hình ảnh được chụp mỗi giây
- Độ phân giải: kích thước của hình ảnh, luôn trong mối quan hệ 4: 3
- Biến dạng: cho phép hiệu chỉnh biến dạng của ống kính - các giá trị này được tính trong quá trình hiệu chỉnh máy ảnh.

Các laser trái và phải có thể được bật hoặc tắt thông qua bàn làm việc này. Giá trị của các cảm biến LDR cũng có thể thu được. Giá trị này nằm trong khoảng từ 0 đến 1023, tùy thuộc vào lượng ánh sáng được phát hiện bởi mỗi cảm biến.

Trong phần động cơ: có thể được kích hoạt hoặc vô hiệu hóa. Góc quay và tốc độ góc và gia tốc cũng có thể được cài đặt.

Menu G-code: cho phép giao tiếp với bộ xử lý.

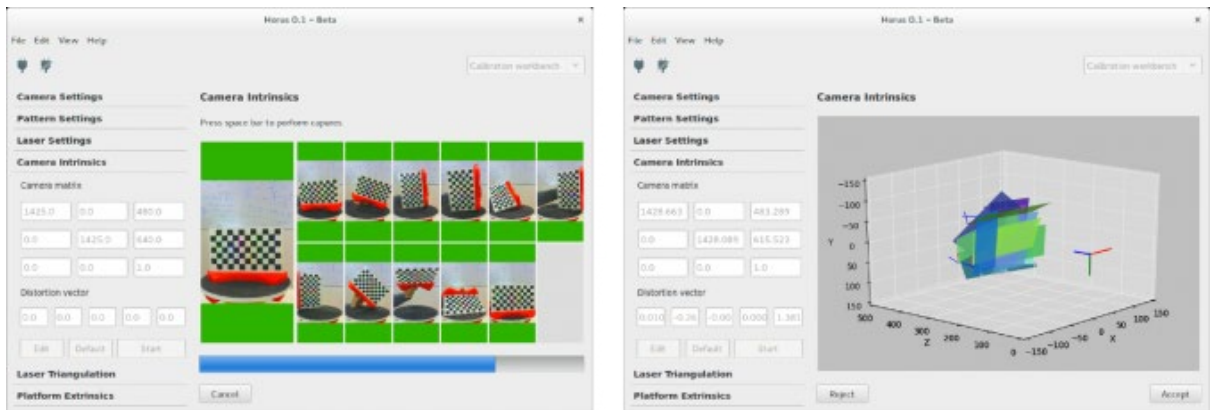
Hiệu chuẩn nâng cao

Cho phép điều chỉnh các thông số camera để có được hiệu chuẩn tối ưu. Nó cũng cho phép thực hiện ba hiệu chỉnh cơ bản để xác định các thông số máy quét: cảm biến máy ảnh và hiệu chuẩn ống kính, hiệu chuẩn laser liên quan đến máy ảnh và hiệu chuẩn nền tảng quay so với máy ảnh. Cũng có thể thay đổi các giá trị mẫu hiệu chuẩn để sử dụng các mẫu khác nhau.

Hiệu chỉnh máy ảnh

Trong hiệu chuẩn này, các thông số bên trong của máy ảnh được lấy. Đó là:

- Khoảng cách tiêu cự (ngang và dọc)
- Trung tâm quang học (ngang và dọc)
- Biến dạng ống kính

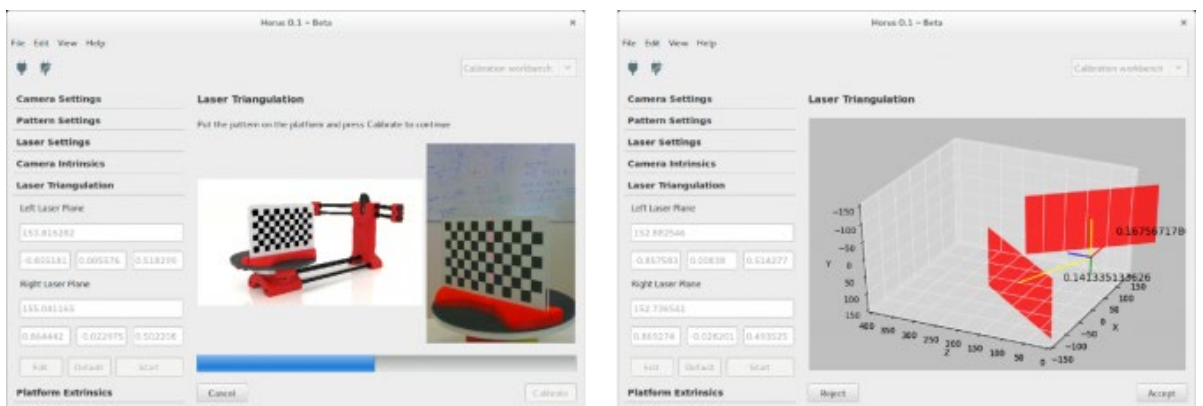


Hình 1.24: Hiệu chuẩn máy ảnh máy quét 3D Horus

Hiệu chuẩn laser

Trong hiệu chuẩn này, các phương trình mặt phẳng laser được xác định, được mô tả bằng phương đối với mặt phẳng và khoảng cách đến điểm gốc. Vị trí và hướng của laser không quan trọng. Hiệu chuẩn này xác định các mặt phẳng của chúng với độ chính xác bằng milimet, bất kể vị trí của chúng.

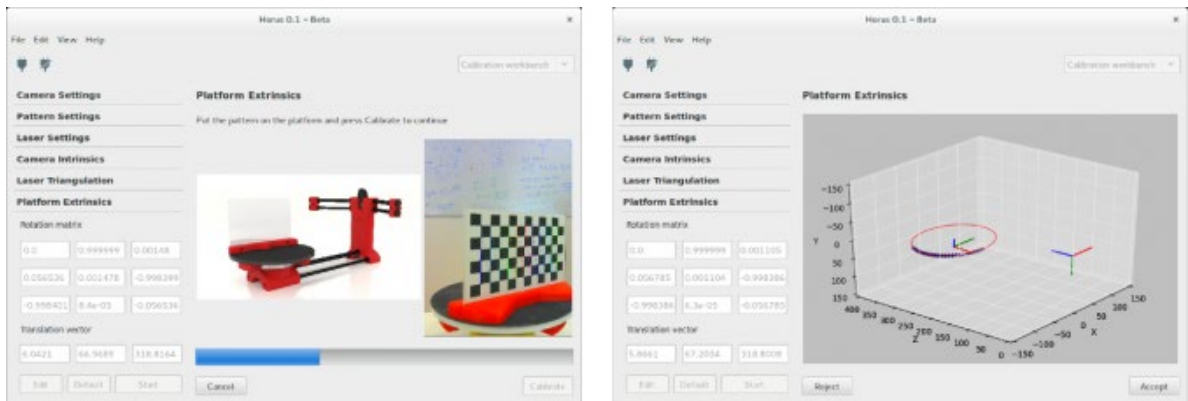
Hiệu chuẩn laser là chìa khóa để xác định đám mây điểm liên quan đến hệ thống camera. Đây là hiệu chuẩn quan trọng nhất.



Hình 1.25: Hiệu chuẩn laser máy quét 3D Horus

Hiệu chuẩn đĩa quay

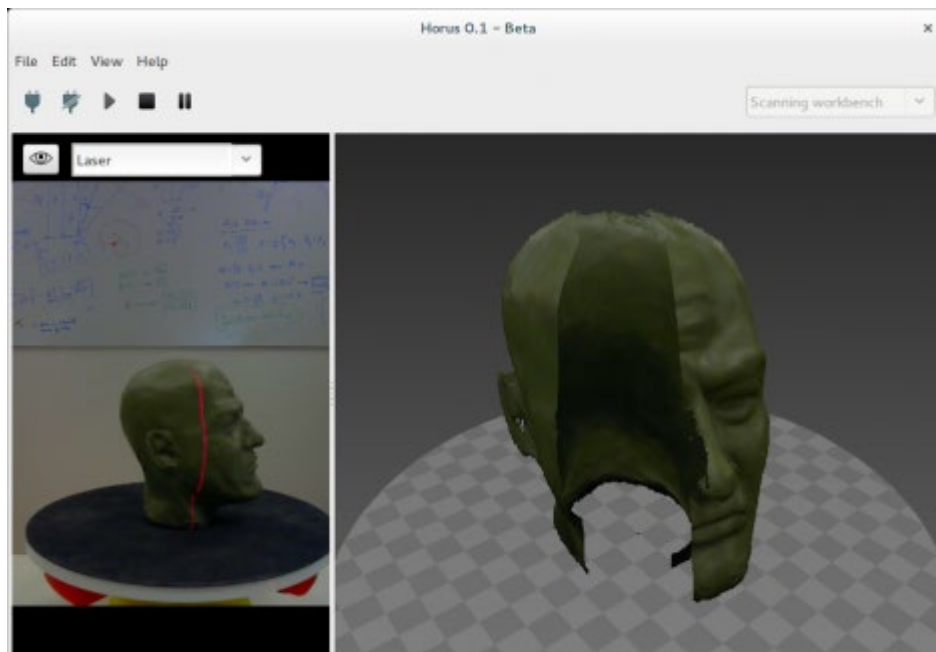
Xác định vị trí và góc quay của hệ thống đĩa so với hệ thống camera.



Hình 1.26: Hiệu chuẩn đĩa quay máy quét 3D Horus

Bắt đầu quét

Đám mây điểm của đối tượng cần quét được tạo ra và ta có thể xem trong quá trình quét.



Hình 1.27: Quá trình quét bằng máy quét 3D Horus

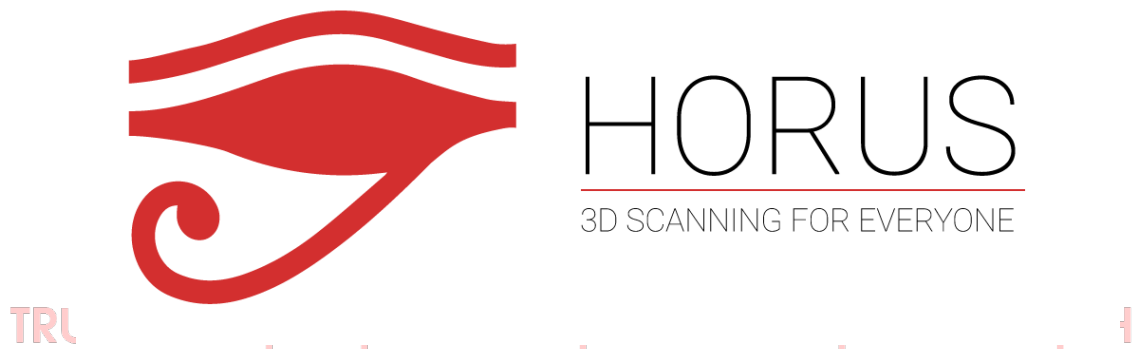
Khi kết thúc quá trình quét, chúng ta có đám mây điểm ở định dạng PLY, ta phải sử dụng các phần mềm để xử lý điểm ảnh và đưa về định dạng STL hoặc OBJ [15,16].

1.2.5.3. Sử dụng phần mềm

Horus là một phần mềm đa nền tảng được thiết kế để kiểm soát máy quét 3D

Horus. Phần mềm có giao diện đồ họa để quản lý thông tin, thu thập và đồng bộ hóa dữ liệu, xử lý hình ảnh, các quy trình hiệu chuẩn, tạo và trực quan hóa các đám mây điểm.

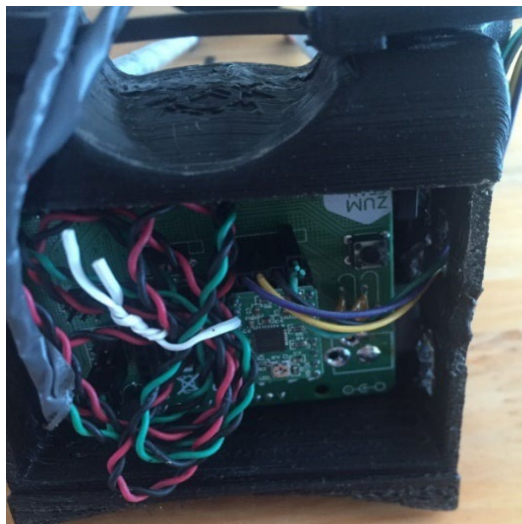
Phần mềm được phát triển và tối ưu hóa cho hệ điều hành Windows/ Linux/ Ubuntu và cũng đã được thử nghiệm trên Mac. Phần mềm được xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ lập trình Python 3 . Nó sử dụng wxPython 4 , NumPy 5 , SciPy 6, Matplotlib 7 , OpenGL 8 và một phiên bản OpenCV 9 được tối ưu hóa cho Linux.



Hình 1.28: Phần mềm Horus

* Quá trình quét mẫu sản phẩm

Bước 1: Chuẩn bị máy quét (lắp ráp, hiệu chỉnh máy quét, kết nối hệ thống đường cáp truyền, khởi động máy tính...)



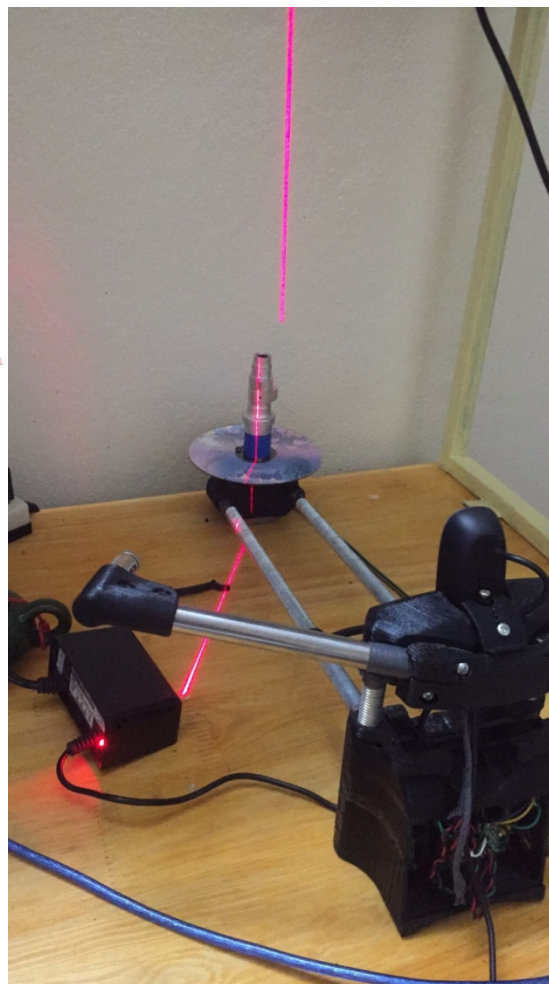
Hình 1.29: Kết nối cáp và zắc cắm trên máy scan 3D Horus

Bước 2: Vệ sinh chi tiết cần quét.

Đối với chi tiết trong đề tài cần được phủ một lớp sơn sáng màu. Đánh dấu trên chi tiết các điểm tham chiếu (chấm tròn), và đặt chi tiết lên bàn quét xoay tròn.

Bước 3: Quét mẫu.

Nguyên tắc quét: Vì mẫu quét có hình dạng phức tạp nên ta quét theo các góc độ khác nhau. Sau đó ghép các mặt quét với nhau theo các điểm chung đã đánh dấu để tạo thành mẫu quét hoàn chỉnh. Khi đã thu được hình dạng khá hoàn chỉnh của mẫu quét ta sẽ lưu file với đuôi STL và chuyển sang các phần mềm thiết kế ngược để xây dựng lại mô hình CAD cho chi tiết.



Hình 1.30: Quét chi tiết

* Quét các bề mặt của chi tiết bao gồm hình dạng của nhiều khối ở các vị trí khác nhau, chính vì vậy để thu được toàn bộ dữ liệu của bề mặt chúng ta cần tiến hành quét nhiều lần ở nhiều góc độ khác nhau.

Sau mỗi lần quét chúng ta chỉ cần xoay bàn đi 1 góc nào đó để thu dữ liệu của các vùng tiếp theo. Với những vùng mà ánh sáng không thể tới được chúng ta có thể điều chỉnh tâm nguồn sáng và cũng có thể kê đệm chi tiết. Dữ liệu quét của mỗi vùng sẽ được máy tính tính toán và ghép lại với nhau sau mỗi lần quét, hình thành nên hình dạng bề mặt của chi tiết.

* Ghép các hình với nhau. Vì phải quét nhiều lần, mỗi lần là 1 ảnh, phần mềm đã tự động ghép dữ liệu thu sau mỗi lần quét để tạo nên hình dạng của mỗi mặt nhưng để đảm bảo cho hình ảnh mẫu quét trơn chu, đẹp và thuận tiện cho bước thiết kế mô hình CAD.

Khi quét bất kỳ một mẫu nào không tránh khỏi nhưng sai số nhất định chính vì vậy mẫu sau khi quét chưa thật sự hoàn thiện có những chỗ cần chỉnh sửa. Phần mềm cũng có tính năng chỉnh sửa những khuyết tật (do quá trình quét để lại) trong phạm vi nhất định. Đến đây chúng ta đã hoàn thành công việc quét mẫu sản phẩm, công việc tiếp theo của chúng ta đó chính là Export sang file STL và thiết kế lại mô hình CAD cho chi tiết [7,15,16].

1.3. Kết luận

- Trong chương này, tác giả đã trình bày các nghiên cứu về công nghệ và một số công cụ phần mềm CAD/ CAM/CNC và kỹ thuật thiết kế ngược, thiết bị quét 3D

- Cụ thể, tác giả đã trình bày tổng quan chung của kỹ thuật ngược; ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của kỹ thuật ngược. Bên cạnh đó tác giả trình bày quy trình của kỹ thuật ngược gồm 3 giai đoạn chính: giai đoạn thu nhận dữ liệu, giai đoạn xử lý dữ liệu và giai đoạn ứng dụng dữ liệu.

- Quá trình phân tích nội dung thiết kế và các phương pháp thiết kế cho thấy thiết kế sản phẩm theo phương pháp thuận tạo được mẫu những sản phẩm cho độ chính xác không cao, tốn nhiều thời gian và công sức, đặc biệt là những chi tiết phức tạp. Kỹ thuật ngược đã khắc phục được những nhược điểm này.

- Chương này là cơ sở để thực hiện nghiên cứu các chương tiếp theo.

CHƯƠNG II: PHÂN TÍCH CHI TIẾT VÀ XÂY DỰNG QUY TRÌNH PHỤC HỒI CHI TIẾT TRỤC CAM ĐỘNG CƠ NỔ MỘT XI LẠNH

2.1. Công dụng của trục cam

Dẫn động và điều khiển việc đóng mở các xu páp nạp, xả đúng theo chu kỳ hoạt động của động cơ và dẫn động một số bộ phận khác như bơm dầu nhớt, bơm nhiên liệu, bộ chia điện [6].

2.2. Điều kiện làm việc

Trong quá trình làm việc, trục cam chịu nhiệt độ cao, cường độ tỷ cộ cao và chịu tác dụng của uốn, lực xoắn và ma sát lớn liên tục. Do đó trục cam thường bị cong, xoắn và mòn các mặt cam [6].

2.3. Vật liệu chế tạo

Với các yêu cầu làm việc trong môi trường khắc nghiệt nhiệt độ cao cường độ tỷ cộ cao và liên tục. Do đó vật liệu chế tạo vấu cam phải là loại vật liệu cứng, khả năng chịu được các áp lực kể trên.

Vật liệu chế tạo trục cam thường là thép hợp kim thành phần cacbon thấp như: Thép 15X...hoặc thép cacbon thành phần cacbon trung bình như: Thép 40,45.

- Các thành phần hóa học của thép.

+ Thép 15X : $C = 0,13 \sim 0,18$ $Si = 0,15 \sim 0,35$ $Mn = 0,60 \sim 0,85$ $P \leq 0,030$ $S \leq 0,030$ $Cr 0,90 \sim 1,20$ $Ni \leq 0,25$ $Cu \leq 0,30$

+ Thép 40: $C = 0,38 \sim 0,43$ $Si = 0,15 \sim 0,35$ $Mn = 0,60 \sim 0,85$ $P \leq 0,030$ $S \leq 0,030$ $Cr 0,90 \sim 1,20$ $Ni \leq 0,25$ $Cu \leq 0,30$

+ Thép 45: $C = 0,43 \sim 0,48$ $Si = 0,15 \sim 0,35$ $Mn = 0,60 \sim 0,85$ $P \leq 0,030$ $S \leq 0,030$ $Cr 0,90 \sim 1,20$ $Ni \leq 0,25$ $Cu \leq 0,30$ [6]

2.4. Cấu tạo

* Trục cam động cơ một xi lanh

Trục cam trên động cơ nổ một xi lanh gồm có vấu cam nạp vấu cam thải và cổ trục các vấu cam trên trục cam được bố trí phù hợp với trật tự làm việc của động cơ, biên dạng cam phụ thuộc vào thời điểm đóng mở xu páp và trị số tiết diện lưu

thông dòng khí. Thông thường cam có biên dạng đối xứng, chiều cao của cam có tính chất quyết định đến độ mở xu páp. Các cam có biên dạng thông dụng như cam lồi cung tròn, cung parabol, cam tiếp tuyến, cam lõm, cam không va đập.



Hình 2.1: Trục cam động cơ 1 xi lanh

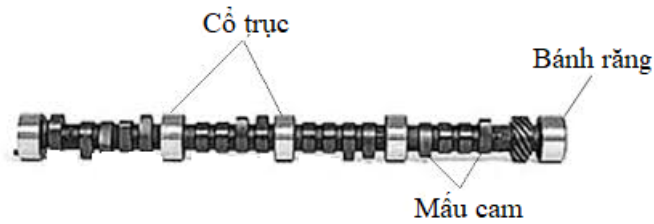
Vấu cam: có thể được chế tạo liền với trục cam, ở những động cơ tốc độ thấp có kích thước lớn các vấu cam làm rời, sau đó lắp lên các trục. Các bề mặt làm việc của cam được gia công với yêu cầu kỹ thuật, độ chính xác rất cao và được nhiệt luyện để giảm ma sát mài mòn.

Các cổ trục của trục cam: Đây là nơi lắp ráp ổ đỡ, thông thường là ổ trượt với lớp hợp kim ba bít chống mòn hoặc hợp kim đồng thanh. Khi trục cam được lắp theo kiểu luôn vào các ổ đỡ thì các cổ trục được làm to, sao cho có thể luôn trục qua các bạc lót của ổ đỡ. Để định vị trục cam theo chiều trục, có thể có vành chặn ở đầu trục hoặc dùng vít chặn...

Ngày nay trên động cơ tiên tiến của nhiều hãng xe, pha phối khí và hành trình xu páp được điều khiển một cách rất linh hoạt, trục cam được bố trí các cơ cấu chấp hành kết hợp với cảm biến, nhờ vậy góc quay của trục cam được điều khiển chính xác nhằm thu được quá trình phân phối khí tối ưu nhất.

* Trục cam động cơ nhiều xi lanh

Trục cam gồm hai bộ phận chính: cổ trục và mấu cam. Ngoài ra, trên trục cam của một số động cơ còn có bánh răng dẫn động bơm dầu, bộ chia điện, có cam lệch tâm dẫn động bơm xăng.



Hình 2.2: Trục cam động cơ nhiều xi lanh.

Mặt cam và cổ trục đều được gia công nhiệt luyện và mài bóng để nâng cao khả năng chịu mòn, đường kính các cổ trục lớn hơn chiều cao của các mấu cam để giúp cho việc tháo, lắp được dễ dàng.

Mỗi xi lanh của động cơ có hai mấu cam trên trục cam, mỗi mấu cam điều khiển đóng mở một xu páp. Hình dáng mấu cam được chế tạo thích hợp với loại động cơ và công suất động cơ.

- Cấu tạo của vấu cam gồm: gót cam, sườn cam và đỉnh cam.

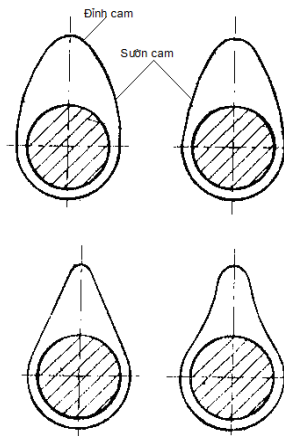
Dạng cam có hình ôvan, loại này xu páp mở từ từ, êm nhưng thời gian mở xu páp quá ngắn làm cho việc nạp hoà khí hoặc không khí vào xi lanh không được tốt, nhất là khi động cơ làm việc với tốc độ cao.

Dạng sườn cam thẳng và đỉnh rộng, loại này có ưu điểm là mở xu páp nhanh, thời gian mở khá lâu, nhưng khi làm việc có tiếng kêu và cam thường bị mòn nhanh.

Trục cam có thể đặt trong thân máy và dùng bánh răng để dẫn động thông qua một số chi tiết trung gian như đĩa đẩy và con đội hoặc đặt trên nắp máy và dùng xích hay dây đai để dẫn động. Khi trục cam đặt trên nắp máy, không cần đĩa đẩy và con đội.

- Ổ đỡ trục cam có thể dùng bạc thép liền hoặc cắt đôi, mặt trong có tráng một lớp hợp kim chịu mòn (thiếc – chì) hoặc dùng bạc đồng hay ổ bi.

Để giữ cho trục cam không dịch chuyển dọc trục khi làm việc, thường dùng mặt bích bằng đồng và vít hãm trên thân máy ở đầu trục cam. [6]



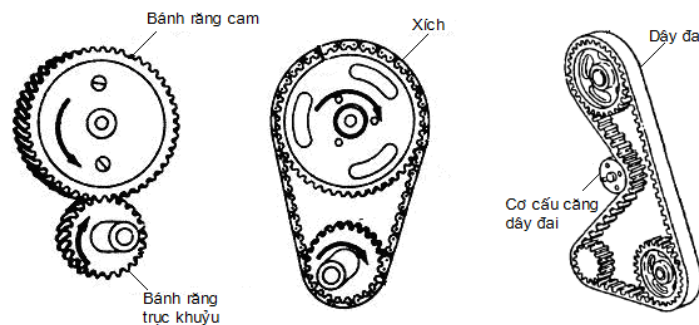
Hình 2.3: Hình dạng các cam

2.5. Nguyên lý làm việc

- Khi động cơ làm việc thông qua bộ phận dẫn động làm cho trục cam quay khi đỉnh cam chưa tác động vào con đội thì xu páp đóng của hút và cửa xả.

- Khi đỉnh cam tác động vào con đội thông qua bộ phận truyền lực tác động vào xu páp làm cho cửa hút hoặc cửa xả mở ra để nạp hỗn hợp đối với động cơ xăng hoặc không khí đối với động cơ diezen và xả khí đã làm việc ra ngoài [6].

2.6. Dẫn động trục cam



Hình 2.4: Các kiểu dẫn động cho trục cam

Mỗi loại động cơ của mỗi hãng xe tương ứng với mỗi công nghệ và công suất riêng. Nên việc bố trí vị trí lắp đặt trục cam là khác nhau. Nhưng đều phải dẫn động trục cơ đến trục cam. Tùy theo từng kiểu bố trí trục cam mà có các kiểu truyền động khác nhau, thường thì có các kiểu dẫn động trục cam phổ biến là: dẫn động trục cam

bằng bộ truyền bánh răng, bộ truyền xích và bộ truyền đai (dây curoa).

Khi mà trục cam được thiết kế nằm ở phía trên giữa nắp giàn cò và mặt máy thì việc bố trí hệ thống phân phối khí được đơn giản hơn, nhưng khoảng cách truyền động trục cơ đến trục cam là tương đối lớn. Nếu sử dụng bánh răng trung gian để truyền động sẽ dẫn đến bố trí rất phức tạp, vậy nên để tối ưu và đơn giản truyền động, người ta thường sử dụng xích hoặc dây curoa.

Mặt khác, khi động cơ có công suất lớn, các xilanh bố trí chữ V hay W, trục cam thường được bố trí giữa thân máy. Khoảng cách trục không lớn phương án được lựa chọn sẽ là bộ truyền xích hoặc bộ truyền bánh răng. Điều này đảm bảo sự làm việc tin cậy của trục cam. Bộ truyền bánh răng có thể truyền mô-men lớn từ trục khuỷu và giảm được mất mát công suất của động cơ. Các động cơ cỡ nhỏ thường sử dụng bộ truyền xích hoặc đai răng.

Khi động cơ làm việc, trục cam được trục khuỷu dẫn động qua bánh răng hay xích hoặc dây đai.

Động cơ bốn kỳ, quá trình làm việc gồm bốn hành trình: nạp, nén, nổ và xả, tương ứng với hai vòng quay của trục khuỷu, xu páp nạp và xu páp xả đề mở một lần, nghĩa là trục cam quay được một vòng với tốc độ bằng $1/2$ tốc độ của trục khuỷu. Do đó, đường kính bánh răng hoặc đĩa xích của trục cam lớn gấp hai lần so với bánh răng hay đĩa xích của trục khuỷu.

Trong động cơ hai kỳ loại có xu páp, tốc độ quay của trục cam bằng tốc độ quay của trục khuỷu. Do đó, đường kính của bánh răng trục cam và đường kính bánh răng trục khuỷu bằng nhau.

Trên bánh răng trục cam và bánh răng trục khuỷu hoặc đĩa xích và xích thường có dầu ăn khớp, chỉ mối quan hệ làm việc giữa trục khuỷu và trục cam. Vì vậy, khi lắp ráp phải lắp đúng dầu để khỏi ảnh hưởng đến quá trình làm việc của động cơ [6].

2.7. Các phương pháp chế tạo phôi trục cam

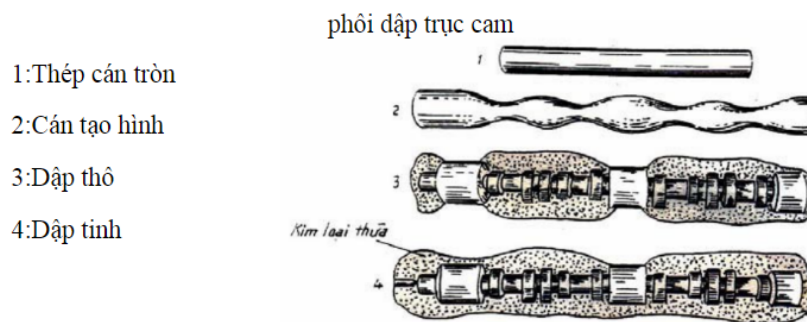
2.7.1. Trục cam phôi dập

- Phôi trục cam chế tạo bằng thép được dập trên máy búa hơi hoặc máy dập để tăng độ chính xác để tăng độ chính xác của phôi thường chế tạo thành hai khuôn:

dập thô, dập tinh.

- Để giảm lượng thép thoát ra ngoài ta thường sử dụng phôi là thép cán tròn hoặc là cán sơ bộ thành hình dạng gần giống trục cam (hình 2.5).

- Sau khi dập cần thường hóa bằng cách nung nóng phôi đến $850 - 870^{\circ}\text{C}$ giữ nhiệt một giờ và làm nguội bằng không khí. Sau thường hóa phôi đạt độ cứng là $230 - 300 \text{ HB}$. Trong sản xuất loạt nhỏ, phôi trục cam có thể là thép cán tròn [6].



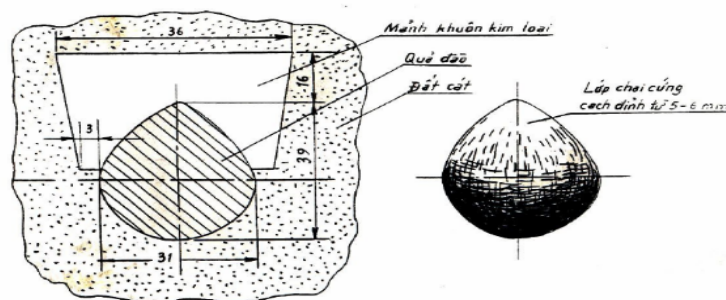
Hình 2.5: Trục cam phôi dập

2.7.2. Trục cam phôi đúc

Phôi đúc được thực hiện đối với trục cam bằng gang. Có hai phương pháp đúc có thể nhận được độ cứng cao ở phần mặt nâng của vấu cam.

* Khuôn tổng hợp.

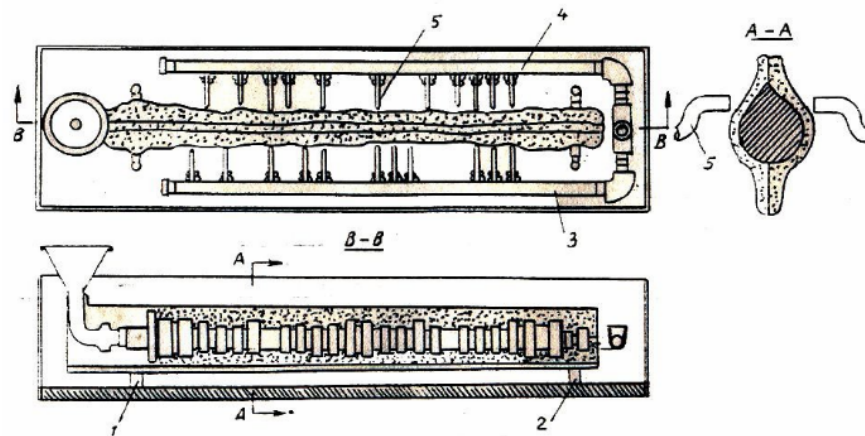
- Là loại khuôn cát, ở phần vật nâng của vấu cam có bố trí các mảnh khuôn kim loại. Tại đây kim loại lỏng sẽ được nguội nhanh hơn so với các phần khác do đó độ cứng cao hơn.



Hình 2.6: Trục cam phôi đúc

* Khuôn vỏ mỏng.

- Khuôn vỏ mỏng có cấu tạo từ tổng hợp cát và nhựa. Để tăng cường độ cứng của mặt nâng ở vấu cam người ta thổi dòng khí lạnh vào khu vực cần làm nguội nhanh sau khi rót kim loại lỏng vào khuôn (sau hơn 1 phút). Đúc bằng khuôn này có khả năng đạt độ chính xác rất cao, sai số về đường kính 0,12 – 0,13mm về một phía [6].



1 và 2. giá đỡ; 3 và 4 Ống dẫn dòng khí lạnh
5. Ống dẫn khí lạnh vào khu vực làm nguội

Hình 2.7: Khuôn đúc vỏ mỏng trục cam

2.8. Công nghệ phục hồi trục cam

2.8.1. Một số dạng sai hỏng của trục cam

- Các cổ trục bị mài mòn, xước cổ trục do ma sát với bạc lót.
- Các vấu cam làm việc trong điều kiện vừa chịu ma sát, chịu va đập vừa chịu đốt nóng ở nhiệt độ cao đặc biệt là vấu cam điều khiển sự đóng mở của xu páp xả, ngoài ra trong nhiên liệu còn chứa lưu huỳnh nên khi cháy tạo thành axit ăn mòn do đó bề mặt làm việc của cam và xu páp hay bị mài mòn, nứt vấu cam.

Trong thực tế các cam của trục thường bị mòn nhiều hơn so với cổ trục do các cam trong quá trình làm việc luôn luôn bị va đập, khi trục cam bị hỏng phải đem ra sửa chữa thường là bề mặt các vấu cam, trong khi đó các cổ trục vẫn đảm bảo làm việc bình thường [6].

2.8.2. Các phương pháp phục hồi trục cam

* Phun phủ kim loại: Do trục cam mài mòn không quá lớn, nên chỉ cần lớp phủ không quá dày với phạm vi lớp phủ bằng vài chục đến vài mm thì bằng phương pháp phun phủ có thể tạo lớp phủ theo yêu cầu.

* Hàn đắp: Hàn đắp là tạo ra lớp kim loại phủ trên bề mặt chi tiết nhằm tăng kích thước, tăng chất lượng bề mặt (độ cứng khả năng chống ăn mòn...) Hàn đắp thường được dùng để phục hồi các chi tiết bị mòn.

- Hàn đắp hồ quang tay: Hàn đắp hồ quang tay là một phương pháp hàn phục hồi đầu tiên trong ngành sửa chữa phục hồi chi tiết máy được sử dụng rất phổ biến.

- Hàn đắp tự động dưới lớp thuốc bảo vệ: Phương pháp này áp dụng hàn các chi tiết có bề mặt phẳng hoặc hình trụ, phương pháp này cho năng suất hàn đắp tăng lên rõ rệt hàn đắp tự động có thể hợp kim hóa kim loại mối hàn nó có thể tăng cơ tính mối hàn tăng khả năng chịu mài mòn, va đập sau phục hồi, phương pháp này được áp dụng rất rộng rãi.

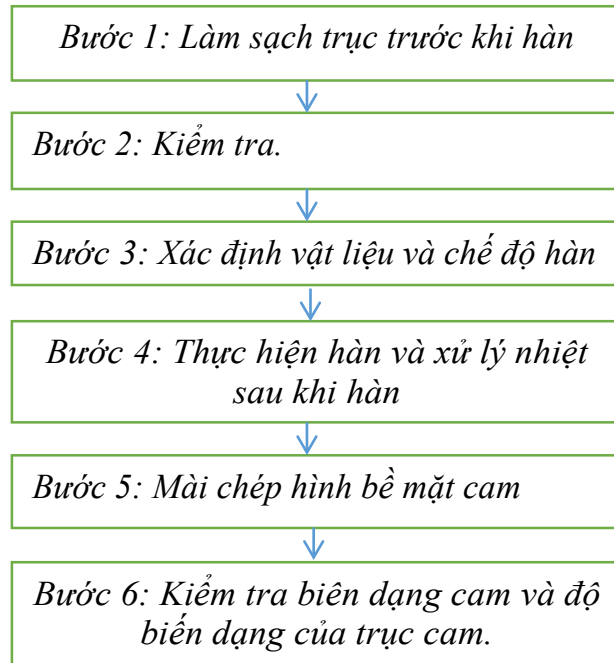
- Hàn đắp tự động bằng dây lõi bột: Kim loại lớp đắp được hợp kim hóa bằng các nguyên tố chứa trong lõi dây hàn ở dạng hỗn hợp cơ học, lõi thuốc bột vừa có nhiệm vụ hợp kim hóa mối hàn vừa tạo ra môi trường khí bảo vệ mối hàn.

- Hàn đắp hồ quang trong môi trường khí bảo vệ: Phương pháp này cho phép cơ khí hóa và tự động hóa quá trình hàn trong bất kỳ vị trí trung gian nào phù hợp với chi tiết hàn đắp.

- Hàn đắp bằng Plasma bột: Là phương pháp hàn tiên tiến có rất nhiều ưu điểm như nhiệt độ cao tập trung nhiệt lớn và có phần tham gia của kim loại cơ bản rất nhỏ và chiều dày vùng ảnh hưởng rất bé.

* Các phương pháp phục hồi trục cam kể trên đều có những ưu nhược điểm nhất định để lựa chọn ra phương pháp phục hồi tối ưu nhất cần dựa trên các yêu cầu sau: độ bền trục cam, tính công nghệ, tính kinh tế của quá trình phục hồi vì thế với phương pháp phục hồi trên hiện nay gần như không sử dụng [6].

2.8.3. Quy trình gia công truyền thống phục hồi trục cam với công nghệ hàn đắp
Sơ đồ quy trình như sau



Bước 1: Làm sạch trục trước khi hàn

Dùng máy mài bằng tay bóc hết lớp biến cứng và mài cho đến khi không nhìn thấy những vết nứt, vết rỗ bằng mắt thường. Lượng bóc ít nhất $\geq 3\text{mm}$ để đảm bảo hàn được nhiều lớp đắp trên bề mặt.

Bước 2: Kiểm tra

Sau khi mài bóc hết lớp biến cứng, sử dụng phương pháp kiểm tra vết nứt bằng từ trường để kiểm tra xem trục cam có những vết nứt bên trong hay không.

+ Quan sát bề mặt cam vẫn còn vết nứt thì phải loại bỏ trục và thay thế bằng trục cam mới.

+ Sau khi mài mà bề mặt cam không còn vết nứt bằng quan sát thì ta tiến hành kiểm tra bề mặt cam bằng phương pháp thẩm thấu.

+ Nếu phát hiện có vết nứt thì phải loại bỏ trục;

+ Nếu không phát hiện vết nứt thì tiến hành hàn đắp phục hồi Cam.

Bước 3: Xác định vật liệu và chế độ hàn

- Vật liệu hàn. Chọn vật liệu hàn có độ cứng cao hơn so với kim loại của

trục cam.

- Chế độ hàn chọn các thông số như sau: Đường kính que hàn; Cường độ dòng điện hàn; Điện áp hàn; Vận tốc hàn.

Bước 4: Thực hiện hàn và xử lý nhiệt sau khi hàn.

Bước 5: Mài chép hình bề mặt cam

- Chép hình cam bị mòn.

Để đảm bảo phục hồi cam đúng biên dạng như ban đầu, ta sử dụng đường đề chép lại hình biên dạng cam cần phục hồi.

** Mài cam sau khi phục hồi*

- Đá mài: Sử dụng đá mài kim cương.

- Mài thô.

- Mài tinh.

- Mài bóng

Bước 6: Kiểm tra biên dạng cam và độ biến dạng của trục cam.

- Kiểm tra biên dạng cam bằng panme.

- Kiểm tra chiều cao của vấu cam

- Kiểm tra độ biến dạng của trục cam bằng đồng hồ so. [6]

2.8.4. Nhược điểm của quy trình gia công phục hồi truyền thống

Trước đây, khi sửa chữa trục cam không có bản vẽ hay tài liệu hướng dẫn sửa chữa của nhà sản xuất kèm theo thì việc dựng lại biên dạng cam thường được thực hiện bằng cách đo các bề mặt cam của các trục cam còn dùng được hoặc các trục cam mẫu với các dụng cụ đo thông thường và vẽ lại. Từ đó chế tạo đường chép hình và mài chép hình theo đường. Bằng phương pháp này độ chính xác của bề mặt cam được phục hồi thấp, ảnh hưởng đến khả năng làm việc của chi tiết. Việc kiểm tra độ chính xác hình dạng, kích thước của bề mặt cam bằng các dụng cụ đo và phương pháp đo truyền thống cũng mất nhiều thời gian cũng như chứa đựng nhiều sai số của phương pháp đo và dụng cụ đo.

2.9. Giải pháp gia công phục hồi trục cam

Bằng các công nghệ, kỹ thuật và thiết bị tiên tiến hiện nay, chúng ta có thể

khắc phục được những nhược điểm của quy trình gia công phục hồi truyền thống.

Quá trình thiết kế chế tạo lại trục cam ứng dụng các công nghệ, kỹ thuật và công cụ tiên tiến có thể tổng hợp lại với các bước cơ bản như sau:

Bước 1: Đo và dựng lại mô hình 3D trục cam bằng kỹ thuật thiết kế ngược và công cụ phần mềm CAD 3D

Bước 2: Lập quy trình gia công trục cam trên máy CNC.

Bước 3: Lập trình gia công điều khiển số bằng phần mềm CAD/CAM

Bước 4: Gia công chi tiết trục cam trên máy CNC

Bước 5: Kiểm tra trục cam sau khi gia công

Để thực hiện quy trình này, tác giả sử dụng máy quét 3D Horus để đo, số hóa mô hình, sau đó sử dụng công cụ phần mềm *Geomagic Studio*, *SolidWorks* để dựng lại mô hình 3D trục cam. Trong bước 3, tác giả sử dụng phần mềm TOPSOLID CAD/CAM/CAE để lập chương trình gia công điều khiển số, và thực hiện gia công chi tiết trục cam trên máy tiện CNC HASS ST20 – Caxis.

2.10. Kết luận

Trong chương này, tác giả đã phân tích đặc điểm, tính năng làm việc của chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh, các phương pháp gia công phục hồi và quy trình phục hồi trục cam theo phương pháp truyền thống, từ đó đề xuất quy trình phục hồi chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh ứng dụng các công nghệ, kỹ thuật và công cụ tiên tiến khắc phục được các nhược điểm của quy trình phục hồi truyền thống. Trong chương tiếp theo, tác giả thực hiện gia công phục hồi chi tiết trục cam động cơ nổ một xi lanh theo quy trình đã đề xuất ở trên.

CHƯƠNG III. THIẾT KẾ, LẬP TRÌNH VÀ GIA CÔNG PHỤC HỒI CHI TIẾT TRỤC CAM ĐỘNG CƠ NỔ MỘT XI LẠNH

3.1. Thiết kế lại trục cam bằng kỹ thuật thiết kế ngược

3.1.1. Lựa chọn chi tiết và thiết bị

Sản phẩm mà đề tài thực hiện thiết kế theo kỹ thuật thiết kế ngược là trục cam động cơ xe máy:



Hình 3.1: Hình dạng trục cam động cơ xe máy

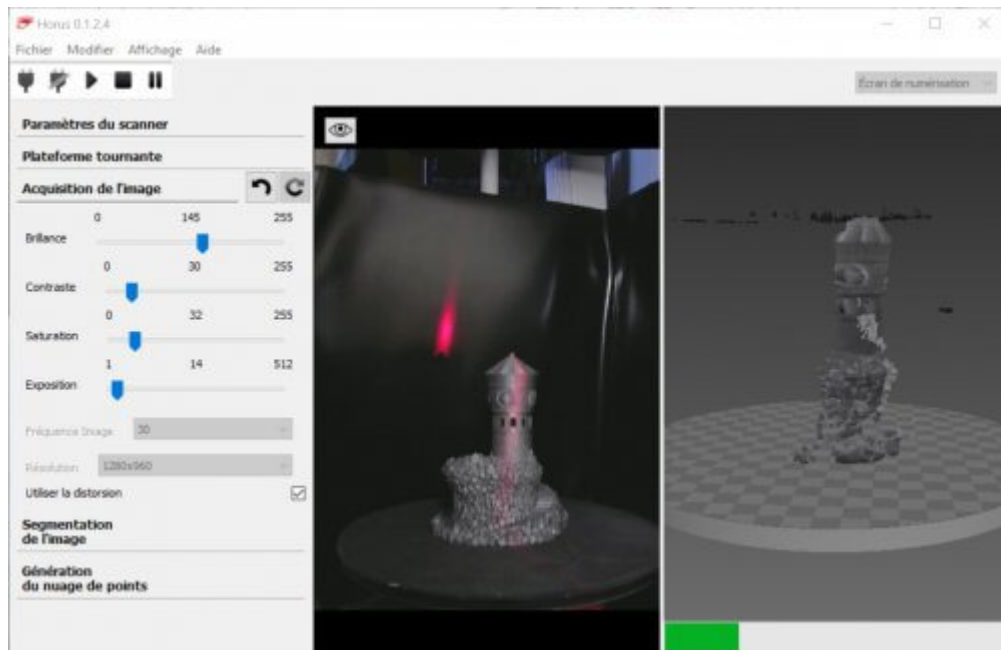
Để số hóa sản phẩm, sử dụng máy quét 3D Horus. Sau đó sử dụng phần mềm Geomagic Studio để xây dựng hoàn chỉnh mô hình CAD cho sản phẩm.

3.1.2. Số hóa sản phẩm bằng máy quét Scanner 3D Horus

Bước 1: Chuẩn bị máy quét (lắp ráp, hiệu chỉnh máy quét, kết nối hệ thống đường cáp truyền, khởi động máy tính...) [5]



Hình 3.2: Kết nối cáp và zắc cắm trên máy scan 3D Horus



Hình 3.3: Giao diện của máy quét 3D Horus

Bước 2: Vệ sinh chi tiết cần quét, đối với chi tiết trong đề tài cần được phủ một lớp sơn sáng màu. Đánh dấu trên chi tiết các điểm tham chiếu (chấm tròn), và đặt chi tiết lên bàn quét xoay tròn. [2,5]

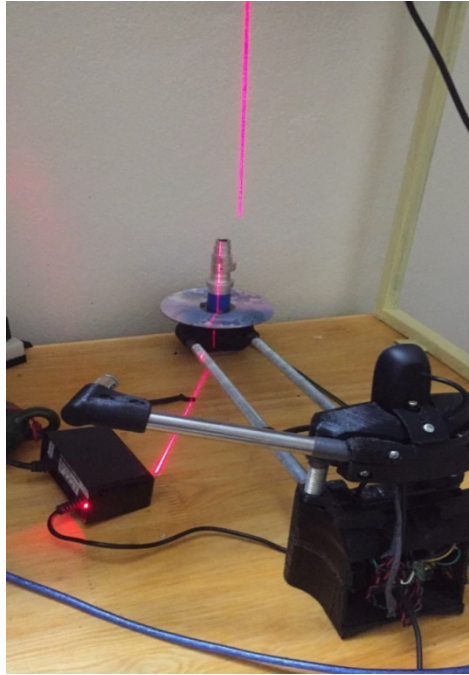


Hình 3.4: Chi tiết sau khi phun phủ

Bước 3: Quét mẫu

Nguyên tắc quét: Vì mẫu quét có hình dạng phức tạp nên ta quét theo các góc độ khác nhau. Sau đó ghép các mặt quét với nhau theo các điểm chung đã đánh dấu để tạo thành mẫu quét hoàn chỉnh. Khi đã thu được hình dạng khá hoàn chỉnh của

mẫu quét ta sẽ lưu file với đuôi STL và chuyển sang các phần mềm thiết kế ngược để xây dựng lại mô hình CAD cho chi tiết.

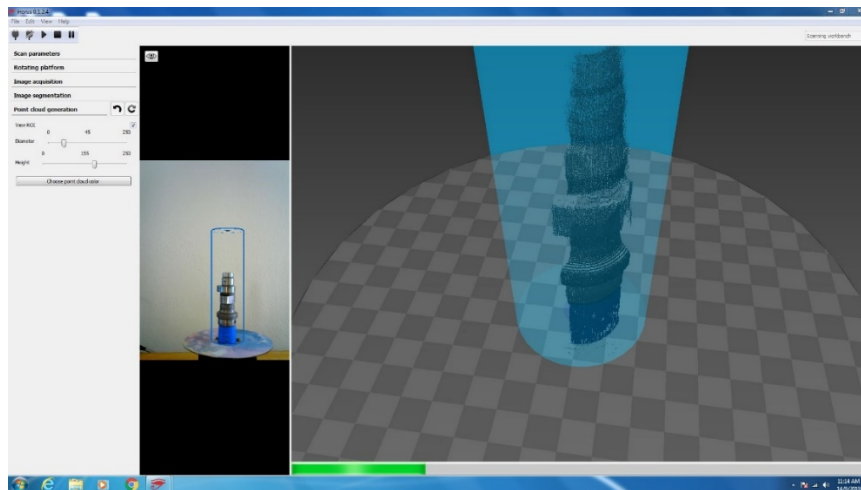


Hình 3.5: Quét chi tiết

* Quét các bề mặt của chi tiết bao gồm hình dạng của nhiều khối ở các vị trí khác nhau, chính vì vậy để thu được toàn bộ dữ liệu của bề mặt chúng ta cần tiến hành quét nhiều lần ở nhiều góc độ khác nhau.

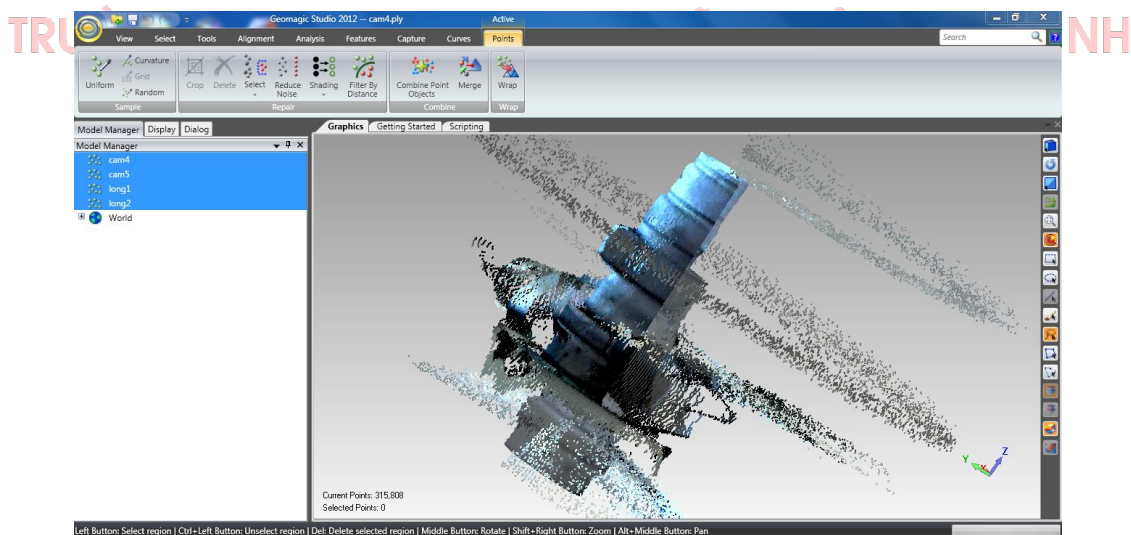
Sau mỗi lần quét chúng ta chỉ cần xoay bàn đi 1 góc nào đó để thu dữ liệu của các vùng tiếp theo. Với những vùng mà ánh sáng không thể tới được chúng ta có thể điều chỉnh tâm nguồn sáng và cũng có thể kê đệm chi tiết. Dữ liệu quét của mỗi vùng sẽ được máy tính tính toán và ghép lại với nhau sau mỗi lần quét, hình thành nên hình dạng bề mặt của chi tiết.

* Ghép các hình với nhau. Vì phải quét nhiều lần, mỗi lần là 1 ảnh, phần mềm đã tự động ghép dữ liệu thu sau mỗi lần quét để tạo nên hình dạng của mỗi mặt nhưng để đảm bảo cho hình ảnh mẫu quét trơn chu, đẹp và thuận tiện cho bước thiết kế mô hình CAD.



Hình 3.6: Chi tiết sau khi đã quét xong theo 1 góc độ.

Khi quét bất kỳ một mẫu nào không tránh khỏi nhưng sai số nhất định chính vì vậy mẫu sau khi quét chưa thật sự hoàn thiện có những chỗ cần chỉnh sửa. Phần mềm cũng có tính năng chỉnh sửa những khuyết tật (do quá trình quét để lại) trong phạm vi nhất định. Đến đây chúng ta đã hoàn thành công việc quét mẫu sản phẩm, công việc tiếp theo là Export sang file STL và thiết kế lại mô hình CAD cho chi tiết.



Hình 3.7: Các khuyết tật sau khi quét

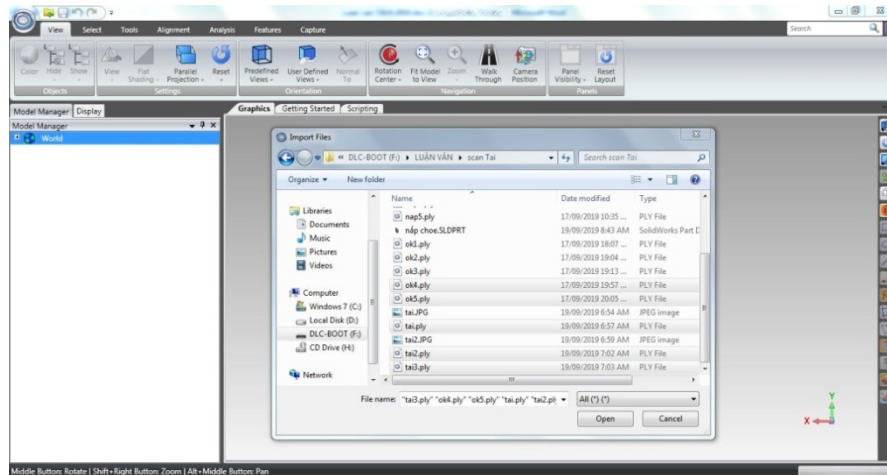
3.1.3. Ứng dụng phần mềm Geomagic Studio thiết kế lại mô hình CAD trên cơ sở dữ liệu số hóa

Dữ liệu thu được sau khi quét bằng máy scan 3D Horus có dạng thô, nhiều khuyết tật nên ta sẽ chỉnh sửa, tối ưu dữ liệu và phân vùng trước khi dựng mô hình CAD. Mô hình có dạng khối nên ta căn cứ dữ liệu lưới để dựng các bề mặt, các

khối từ các phác thảo. Dùng các mặt, các khối này ta cắt hoặc ghép tạo thành chi tiết.

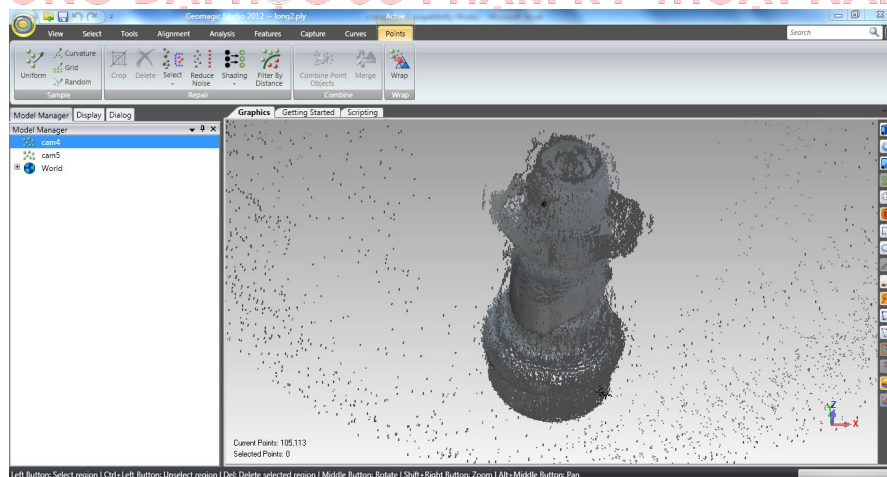
Quá trình xử lý dữ liệu số hóa được thực hiện như sau:

Từ màn hình làm việc, chọn -Import File, chọn các file FLY đã lưu từ các lần quét trước.

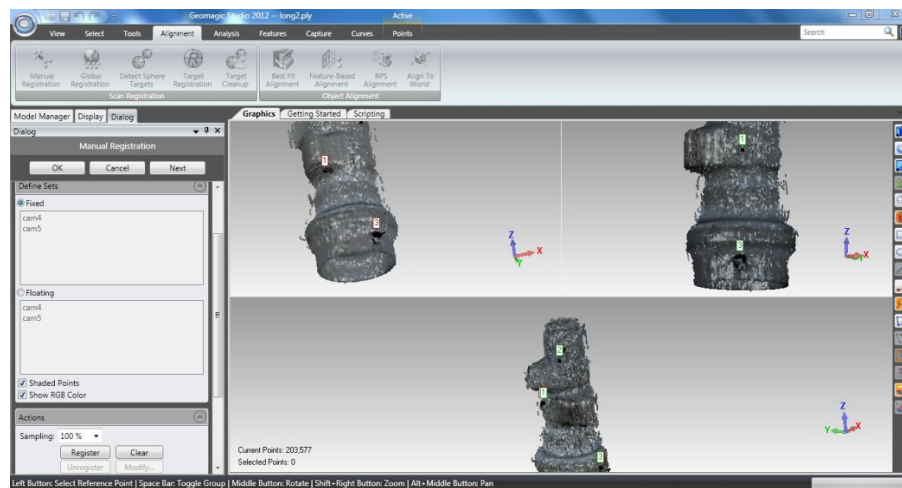


Hình 3.8: Import dữ liệu quét

Chọn Points > Repair > Filter để giảm các điểm nhiễu



Chọn Alignment > Scan Registration > Manual Registration để sắp xếp các bản quét



Hình 3.9: Sắp xếp các bản quét

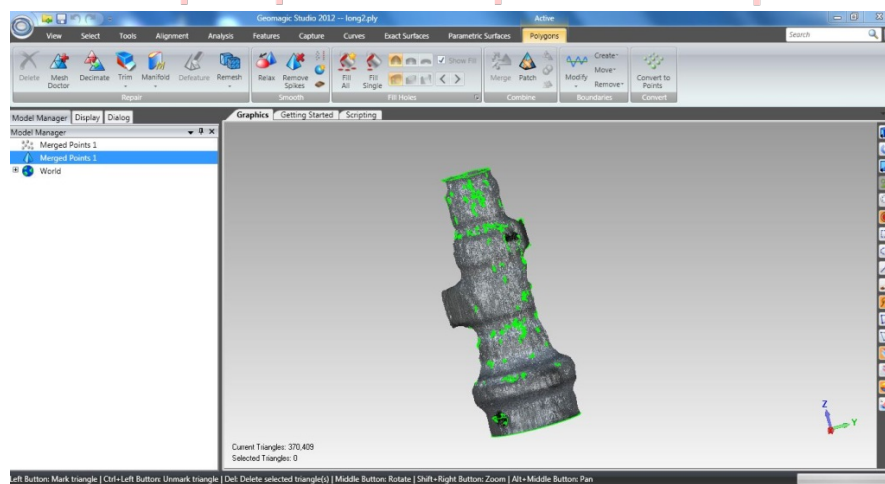
Sau khi đã sắp xếp các layer nhưng chúng vẫn tách biệt và cần phải được kết hợp thành một đối tượng duy nhất. Chọn Points > Combine > Combine Point Objects.

Sử dụng các công cụ khác như Disconnected Components; Manual Editing; Reduce Noise để giảm nhiễu và loại bỏ các tập hợp điểm thừa.

Chuyển định dạng từ tập hợp điểm sang dạng lưới STL

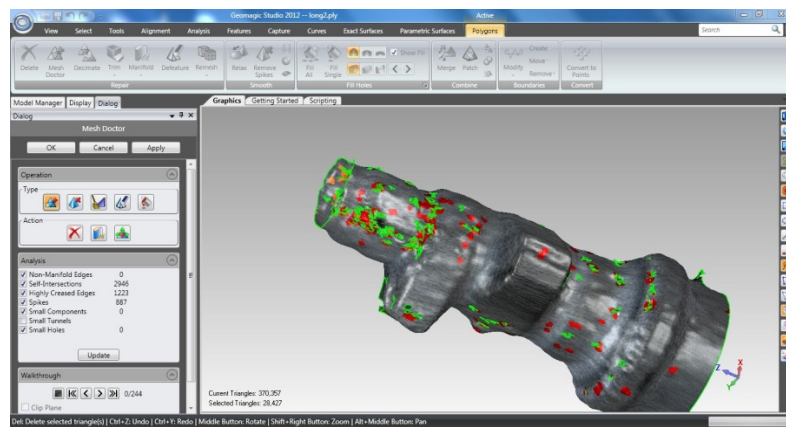
Chọn Points > Wrap > Wrap

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ PHẠM VĂN ĐÌNH



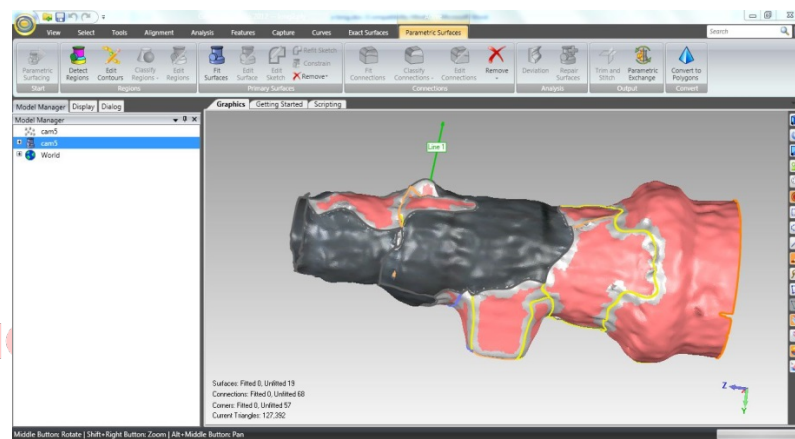
Hình 3.10: Vật thể ở dạng lưới

Sử dụng các công cụ như Spike Removal; Manual Editing; Make Manifold; Reduce Noise; Mesh Doctor; Filling Holes để chỉnh sửa và hoàn thiện lưới.



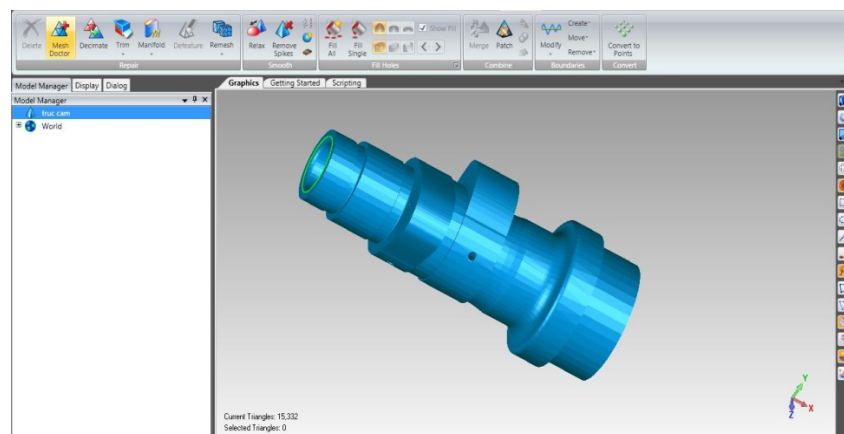
Hình 3.11: Chỉnh sửa lưới

Chuyển sang Parametric Surfacing



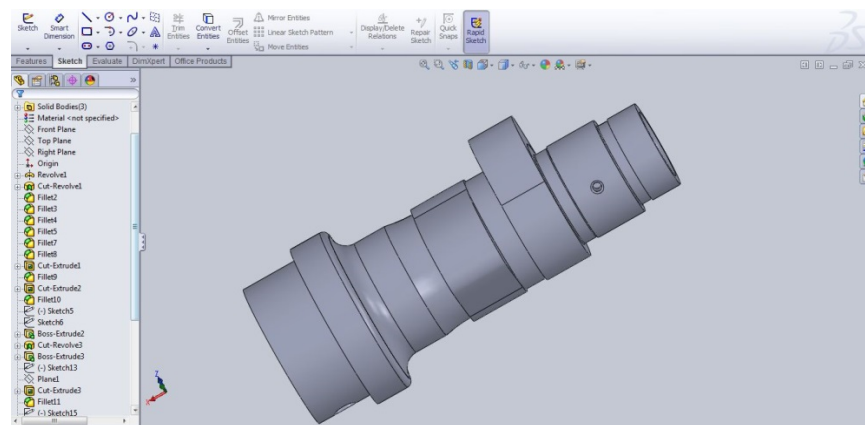
Hình 3.12: Chế độ Parametric Surfacing

Xuất sang file CAD

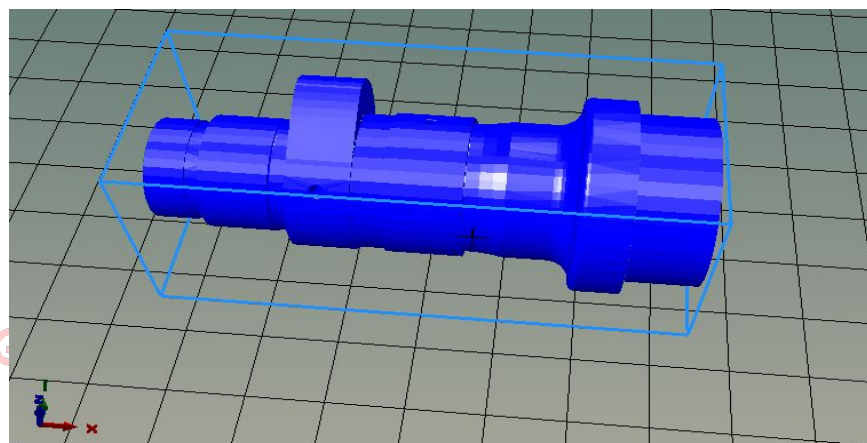


Hình 3.13: Chế độ CAD

Sử dụng Solidworks để hoàn thiện trước khi xuất sang file STL



Hình 3.14: Sử dụng Solidwork hoàn thiện file

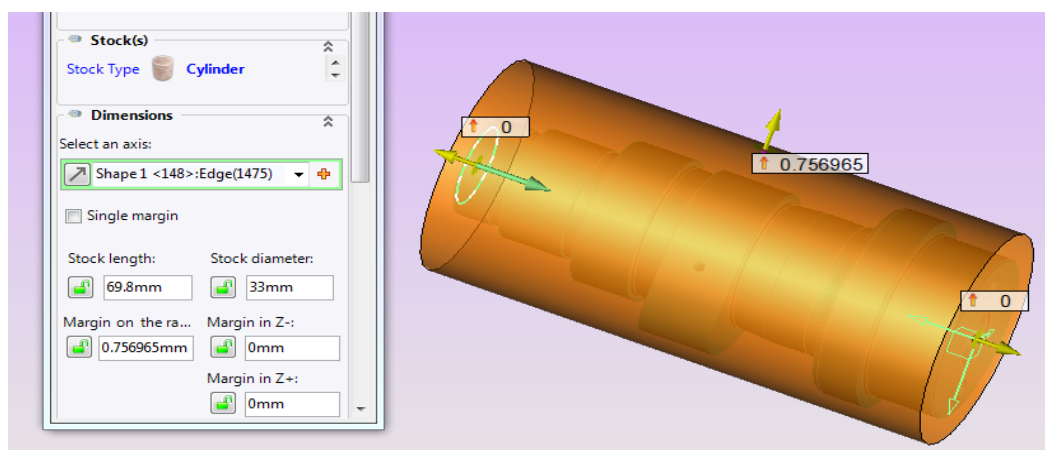


Hình 3.15: File hoàn thiện

3.2. Gia công trục cam động cơ nổ 1 xilanh

3.2.1. Chuẩn bị

3.2.1.1. Chuẩn bị phôi, dụng cụ cắt và máy



Hình 3.16: Hình dạng và kích thước của phôi trước khi gia công

*** Chuẩn bị phôi**

Trong gia công hàng loạt lớn khối thì phôi của chi tiết có hình dạng gần giống với chi tiết nhưng trong điều kiện gia công thử, số lượng chi tiết nhỏ nên phôi sẽ có hình dạng trụ tròn với kích thước là $\Phi 33 \times 69.8$

*** Chuẩn bị dụng cụ cắt**

- Dao tiện trụ trơn phải, mảnh hợp kim cứng CNMG-120404EN-NS1-AP2320 sử dụng cho cả gia công thô và gia công tinh trên máy tiện CNC

- Dao tiện rãnh, mảnh hợp kim cứng SA25-2002N-M1-AP2240, sử dụng cho gia công thô và tinh trên máy CNC

- Dao phay ngón hợp kim cứng $\Phi 6$, AF50110-060 TIALN, sử dụng cho gia công biên dạng vấu cam

- Mũi khoan $\Phi 1.5$, $\Phi 4$, $\Phi 8$, $\Phi 10$, dùng cho gia công các lỗ

*** Chuẩn bị đồ gá**

- Mâm cặp và mũi chống tâm thủy lực, các adapter để gá dụng cụ cắt lên mâm dao

- Một số bộ phận đồ gá cần thiết khác cho quá trình gia công

*** Máy gia công**

Máy tiện CNC – HAAS ST20: có trục C; tốc độ quay của trục chính tối đa là 4000 vòng/phút; tốc độ quay của dao phay trục C tối đa là 6000 vòng/phút; công suất lớn nhất là 14Kw.

3.2.1.2. Lập quy trình công nghệ

Quy trình công nghệ gia công trục cam được chia làm hai nguyên công chính và một nguyên công chuẩn bị:

- Nguyên công chuẩn bị: Gia công lỗ $\Phi 10$

- Nguyên công 1: Gia công mặt trụ $\Phi 25$, khoan lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 8$

- Nguyên công 2: Gia công các bề mặt trụ, hai vấu cam và lỗ $\Phi 1.5$

a. Nguyên công chuẩn bị: Gia công lỗ $\Phi 10$

Máy gia công: Máy tiện CNC HAAS ST20 – C axis

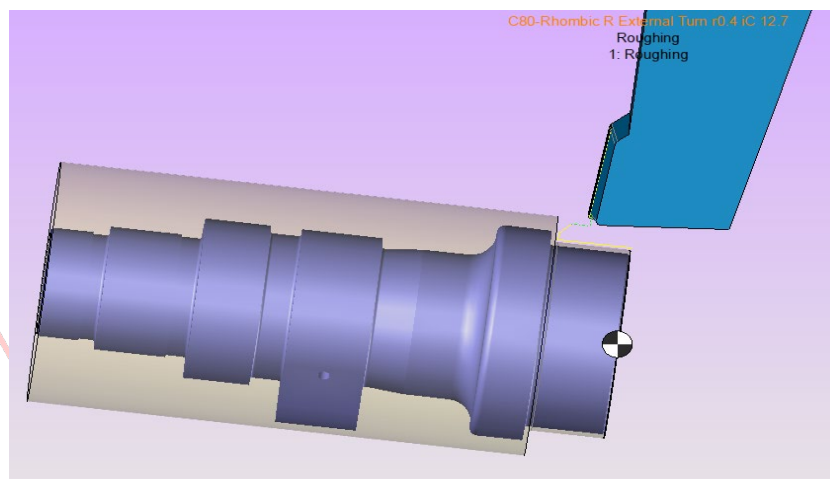
- Dụng cụ cắt: Mũi khoan $\Phi 10$
- Đồ gá: mâm cặp 3 chấu tự định tâm thuỷ lực

b. Nguyên công 1: Gia công mặt trụ $\Phi 25$, khoan lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 8$

- Máy gia công: Máy tiện CNC HAAS ST20 – C axis
- Dụng cụ cắt: Dao tiện CNC CNMG-120404EN-NS1-AP2320;
- Mũi khoan $\Phi 4$ và $\Phi 8$
- Đồ gá: mâm cặp 3 chấu tự định tâm thuỷ lực

Bước 1. Gia công thô mặt trụ $\Phi 25$

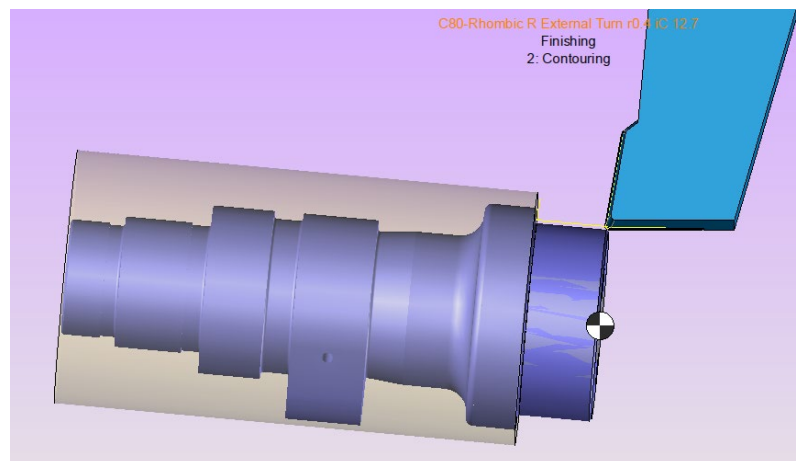
Chế độ cắt: $n = 1200$ vòng/phút; $f = 0.15$ mm/vòng; $a_p = 0.15$ mm



Hình 3.17: Hình ảnh bước 1 gia công thô mặt trụ $\Phi 25$

Bước 2. Gia công tinh mặt trụ $\Phi 25$

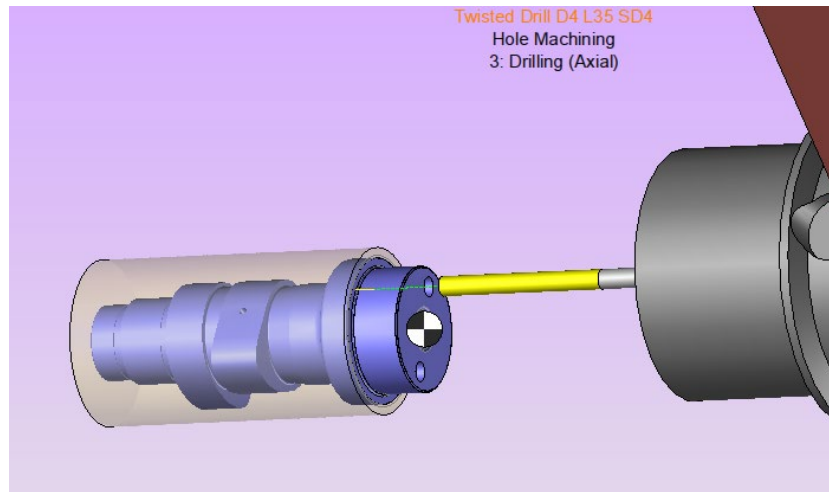
Chế độ cắt: $n = 1800$ vòng/phút; $f = 0.05$ mm/vòng; $a_p = 0.5$ mm



Hình 3.18: Hình ảnh bước 2 gia công tinh mặt trụ $\Phi 25$

Bước 3. Gia công khoan lỗ $\Phi 4$

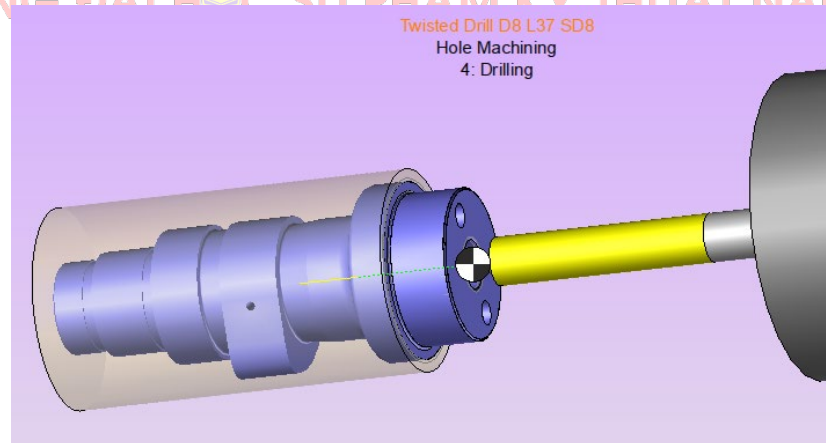
Chế độ cắt: $n = 3600$ vòng/phút; $f = 65$ mm/phút;



Hình 3.19: Gia công khoan lỗ $\Phi 4$

Bước 4. Gia công khoan lỗ $\Phi 8$

Chế độ cắt: $n = 1600$ vòng/phút; $f = 50$ mm/phút;



Hình 3.20: Gia công khoan lỗ $\Phi 8$

c. Nguyên công 2: Gia công các bề mặt trụ, hai vấu cam và lỗ $\Phi 1.5$

Máy gia công: Máy tiện CNC HAAS ST20 – C axis

- Dụng cụ cắt:

+ Dao tiện rãnh CNC SA25-2002N-M1-AP2240;

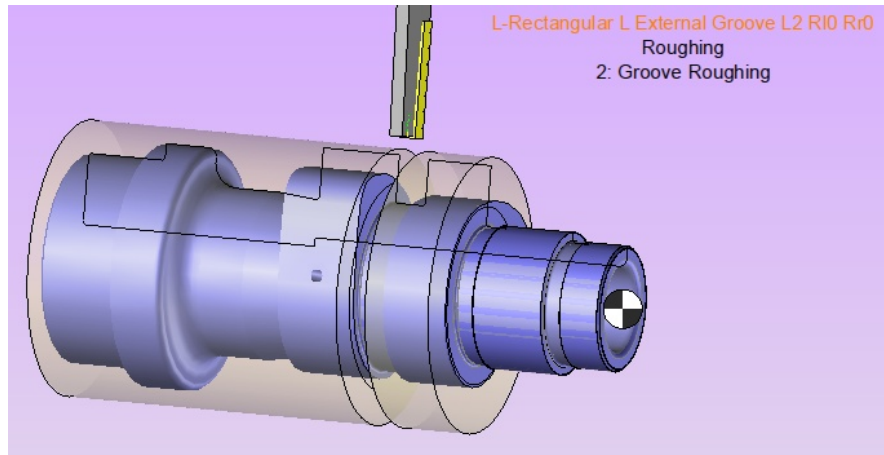
+ Mũi khoan $\Phi 1.5$

+ Dao phay ngón hợp kim cứng $\Phi 6$, AF50110-060 TIALN

- Đồ gá: mâm cặp 3 chấu tự định tâm và mũi chống tâm thủy lực

Bước 1: Gia công tiện các bề mặt trụ

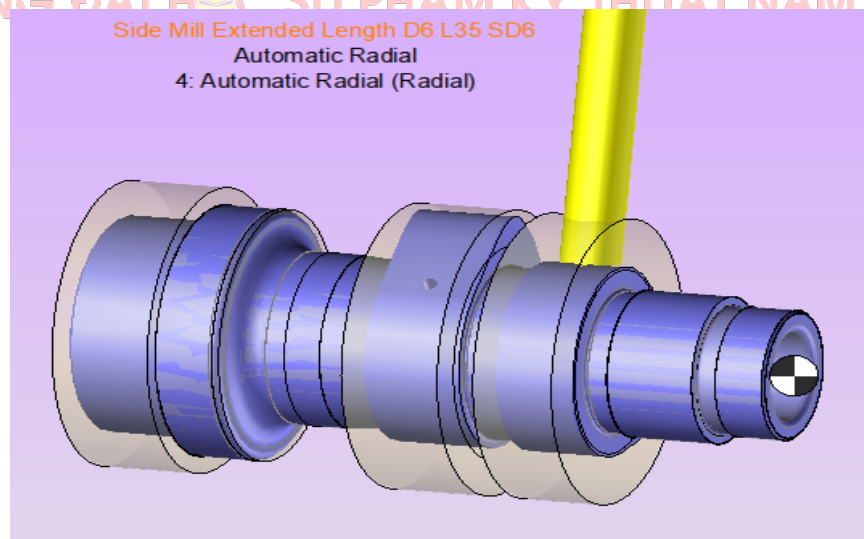
Chế độ cắt: $n = 1200$ vòng/phút; $f = 0.1$ mm/vòng; $a_p = 0.1$ mm



Hình 3.21: Bước gia công tiện các bề mặt trụ

Bước 2. Gia công các vấu cam

Chế độ cắt: $n = 3500$ vòng/phút; $f = 150$ mm/phút; $a_p = 0.5$ mm



Hình 3.22: Bước gia công các vấu cam

Bước 3. Gia công khoan lỗ $\Phi 1.5$

Chế độ cắt $n = 5000$ vòng/phút; $f = 30$ mm/phút, khoan xuyên

3.2.1.3. Lập chương trình NC

a. Nguyên công 1: Gia công mặt trụ $\Phi 25$, khoan lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 8$

%	G1 Z-10. F20;
O00001 (TRUC CAM-NGUYEN- CONG-1);	G0 Z-8.;
G0 G18 G21 G40;	G1 Z-14.;
G54 G80 G99;	G0 Z2.;
(C80-RHOMBIC R EXTERNAL	Z-12.;
TURN R0.4 IC 12.7);	G1 Z-16.155;
T101;	G0 Z2.;
(BƯỚC 1. GIA CÔNG THÔ TRỤ Φ25);	C142.983;
M155;	C232.983;
S1200 G97 M3;	G1 Z-10.;
G0 Z2.4;	G0 Z-8.;
X34.249;	G1 Z-14.;
M8;	G0 Z2.;
G71 P10 Q20 D1.5 U1. W.5 F.15;	Z-12.;
N10 G0 X24.731;	G1 Z-16.155;
Z.4;	G0 Z2.;
G1 X25.8 Z-.134;	G28 W0;
Z-9.4;	G28 U0;
X33.;	G0 C0;
N20 X33.8;	M135;
G0 Z-5.3 M9;	M155;
X35.;	(TWISTED DRILL D8 L37 SD8);
(BƯỚC 2 GIA CÔNG TINH TRỤ Φ25);	T1111;
S1800 G97 M3;	(BƯỚC 4. GIA CÔNG LỖ F8);
Z-4.4;	G54;
G1 G41 X39. F.05;	M154;
	G28 H0;
	P3500 G97 M133;
	G98;

G3 X29. Z-9.4 R5.;	G17;
G1 X25.8;	G0 C0;
Z-9.399;	X0;
Z-.134;	Z2.;
X24.966 Z.283;	G1 Z-22. F45;
G40 X27.794 Z1.697;	G0 Z-20.;
G0 X54.;	G1 Z-30.;
G28 U0;	G0 Z2.;
G28 W0;	Z-28.;
M5;	G1 Z-34.109;
(TWISTED DRILL D4 L35 SD4);	G0 Z2.;
T505;	G28 W0;
(BƯỚC 3: GIA CÔNG LỖ F4);	G28 U0;
G54;	M135;
M154;	M155;
G28 H0;	M5;
P5000 G97 M133;	M30;
G98;	%
G17;	
G0 C52.983;	
X17.5;	
Z2.;	

b. Nguyên công 2: Gia công các bề mặt trụ, hai vấu cam và lỗ $\Phi 1.5$

%	T909;
O00002 (TRUC CAM-NGUYEN-CONG-	(SIDE MILL D6 L35 SD6);
2);	(BƯỚC 2: GIA CÔNG HAI
G0 G18 G21 G40;	VẤU CAM);
G54 G80 G99;	G54;
(L-RECTANGULAR L EXTERNAL	M154;

GROOVE L2 RL0 RR0);	G28 H0;
T202;	P5000 G97 M133;
(BƯỚC 1. GIA CÔNG CÁC BỀ MẶT	G98;
TRỤ);	G19;
M155;	G0 C0;
S36 G97 M3;	Z-16.001;
G0 Z-1.;	X33.;
X37.;	X22.793;
M8;	G1 X22.671 Z-18. F150;
G1 X33. F.07;	X22.83 Z-18.002 C-1.714;
(... Thân chương trình gia công bước 1...)	(... Thân chương trình gia công
X19.521 Z-42.001;	bước 2...)
X19.621;	X26.888 Z-29.9 C1080.;
G0 X54. M9;	X46.888;
G28 U0;	G0 X33.;
G28 W0;	G28 U0;
M5;	G28 W0;
;	G0 C0;
	M135;
	M155;
	M5;
	M30;
	%

3.2.2 Thực hiện gia công phục hồi

3.2.2.1. Tiến trình và kết quả gia công

* Nguyên công chuẩn bị: Gia công lỗ $\Phi 10$

- Thực hiện gá đặt phôi trên mâm cặp,
- Lấy gốc phôi cho quá trình gia công,
- Nhập chương trình gia công khoan lỗ $\Phi 10$

- Tiến hành chạy thử chương trình gia công
- Gia công lỗ $\Phi 10$

* Nguyên công 1: Gia công mặt trụ $\Phi 25$, khoan lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 8$

- Thực hiện gá đặt phôi trên mâm cặp,
- Lấy góc phôi cho quá trình gia công,
- Nhập chương trình gia công mặt trụ $\Phi 25$, khoan lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 8$,
- Tiến hành chạy thử chương trình gia công,
- Gia công mặt trụ $\Phi 25$, khoan lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 8$.

* Nguyên công 2: Gia công các bề mặt trụ, hai vấu cam và lỗ $\Phi 1.5$

- Thực hiện gá đặt phôi trên mâm cặp,
- Lấy góc phôi cho quá trình gia công,
- Nhập chương trình gia công các bề mặt trụ, hai vấu cam và lỗ $\Phi 1.5$,
- Tiến hành chạy thử chương trình gia công,
- Gia công các bề mặt trụ, hai vấu cam và lỗ $\Phi 1.5$.



Hình 3.23: Sản phẩm sau khi thực hiện gia công phục hồi



Hình 3.24: Hình ảnh chi tiết sau khi được gia công phục hồi

3.2.2.2. Đánh giá kết quả thực hiện sản phẩm

So với phương pháp gia công phục hồi trục cam truyền thống là hàn đắp và mài chép hình thì phương pháp phục hồi trục cam bằng phương pháp tiên tiến này có nhiều ưu điểm hơn như:

- Biên dạng cam được chép lại nguyên bản sau khi trải qua các bước số hoá và mô hình hoá CAD 3D;
- Chi tiết không bị biến dạng do nhiệt, không tồn tại ứng suất dư nhiều như phương pháp hàn phục hồi;
- Thời gian thiết kế chế tạo lại trục cam bằng phương pháp tiên tiến được thực hiện nhanh chóng và chính xác bởi được thực hiện theo một chu trình khép kín và sử dụng các thiết bị công nghệ cao;
- Độ chính xác của chi tiết sau khi gia công hoàn thiện hơn, độ đồng nhất cao hơn do được chế tạo từ phôi kim loại đồng nhất;
- Chất lượng các bề mặt chi tiết sau khi gia công khá hoàn thiện, phục vụ cho việc sử dụng lâu dài, trong điều kiện làm việc khắc nghiệt trong động cơ đốt trong;
- Tăng khả năng tự động hoá trong quá trình gia công khép kín trục cam, có thể gia công hàng loạt để giảm giá thành vì chỉ cần thiết kế lập quy trình một lần sau

đó sử dụng chương trình gia công được nhiều lần.

Ngoài những ưu điểm trên, phương pháp này còn tồn tại các nhược điểm như:

- Trong quá trình thiết kế chế tạo lại trục cam bằng phương pháp tiên tiến phải sử dụng các thiết bị đắt tiền như: Máy Scan 3D, máy tính cấu hình cao để các phần mềm số hoá, thiết kế 3D, lập quy trình gia công tự động chạy ổn định, máy gia công CNC... dẫn đến giá thành sản phẩm sau khi gia công có thể cao hơn phương pháp cũ trong trường hợp sản xuất đơn chiếc.

- Việc số hoá và thiết kế chế tạo lại trục cam bằng phương pháp tiên tiến đòi hỏi một đội ngũ lao động có trình độ cao và lành nghề.

Từ các ưu nhược điểm của phương pháp có thể kết luận rằng, số hoá và thiết kế chế tạo lại trục cam bằng phương pháp tiên tiến mang lại hiệu quả kinh tế lâu dài không chỉ trong việc sản xuất sửa chữa mà còn phục vụ cho sản xuất hàng loạt, thúc đẩy sự phát triển ngành cơ khí chế tạo đi lên bắt kịp với công nghệ chế tạo của thế giới.

3.3. Kết luận

Trong chương này, tác giả đã trình bày nội dung thực nghiệm dùng phần mềm Geomagic Studio thiết kế lại mô hình CAD trên cơ sở dữ liệu số hóa để thiết kế lại chi tiết trục cam đồng thời xây dựng chương trình NC, thực hiện gia công phục hồi trục cam và đánh giá sản phẩm trục cam thực hiện phục hồi theo quy trình đã đề xuất.

KẾT LUẬN

1. Kết luận

Tác giả đã thực hiện nghiên cứu phân tích các công nghệ, công cụ tiên tiến trong thiết kế và chế tạo các sản phẩm cơ khí như: Công nghệ CAD/CAM/CNC, kỹ thuật ngược, công cụ phần mềm thiết kế ngược Geomagic Studio, thiết bị quét 3D scanner 3D Horus, phân tích ưu nhược điểm quy trình truyền thống phục hồi trục cam động cơ nổ một xy lanh từ đó đề xuất quy trình gia công phục hồi mới ứng dụng những công nghệ kỹ thuật, công cụ tiên tiến thông dụng hiện nay.

Cụ thể, phục hồi trục cam của động cơ bốn kỳ một xy lanh bằng phương pháp tiên tiến được thực hiện qua các bước quét vật thể bằng máy quét ba chiều 3D Horus để thực hiện số hoá chi tiết, chuyển đổi sang vật thể trong không gian ba chiều dưới dạng solid. Sử dụng phần mềm chuyên dụng để tái tạo chi tiết và tiến hành hiệu chỉnh chính xác, thực hiện thiết lập các quy trình gia công chi tiết bằng phần mềm CAD/CAM chuyên dụng và thực hiện gia công trên máy tiện CNC nhiều trục HAAS ST 20- caxis.

Việc sử dụng các thiết bị và phần mềm hiện đại, có tính số hoá cao trong đề tài đã mang lại nhiều ý nghĩa về ứng dụng công nghệ cao trong thực nghiệm và sản xuất. Quá trình thực nghiệm của đề tài từ số hoá chi tiết đến gia công chi tiết trên máy CNC đã tạo ra một quy trình khép kín trong sản xuất tái tạo, góp phần khẳng định một hướng ứng dụng có hiệu quả hiện nay trong ngành chế tạo đó là RE/CAD/CAM/CNC.

Quá trình này rất phù hợp với xu thế hiện nay, trong bối cảnh hợp tác quốc tế sâu rộng, đặc biệt với sự phát triển của công nghệ thông tin, trí tuệ nhân tạo thì việc ứng dụng các phương pháp tiên tiến để phục hồi hoặc thay đổi và phát triển chi tiết mới trên cơ sở của chi tiết đã có là một tất yếu.

Cho nên không chỉ mang tính chất nghiên cứu và đề tài còn mang một ý nghĩa thực tiễn to lớn đó là ứng dụng các công nghệ tiên tiến trong sản xuất, đẩy nhanh việc nghiên cứu, chế tạo và sản xuất, mang lại năng suất cao, rút ngắn hoặc bỏ qua các giai đoạn không cần thiết, mang lại lợi ích to lớn cho doanh nghiệp, thúc đẩy ngành chế tạo máy trong nước phát triển theo một hướng hiện đại, bắt kịp với xu thế của thế giới.

2. Hướng nghiên cứu tiếp theo

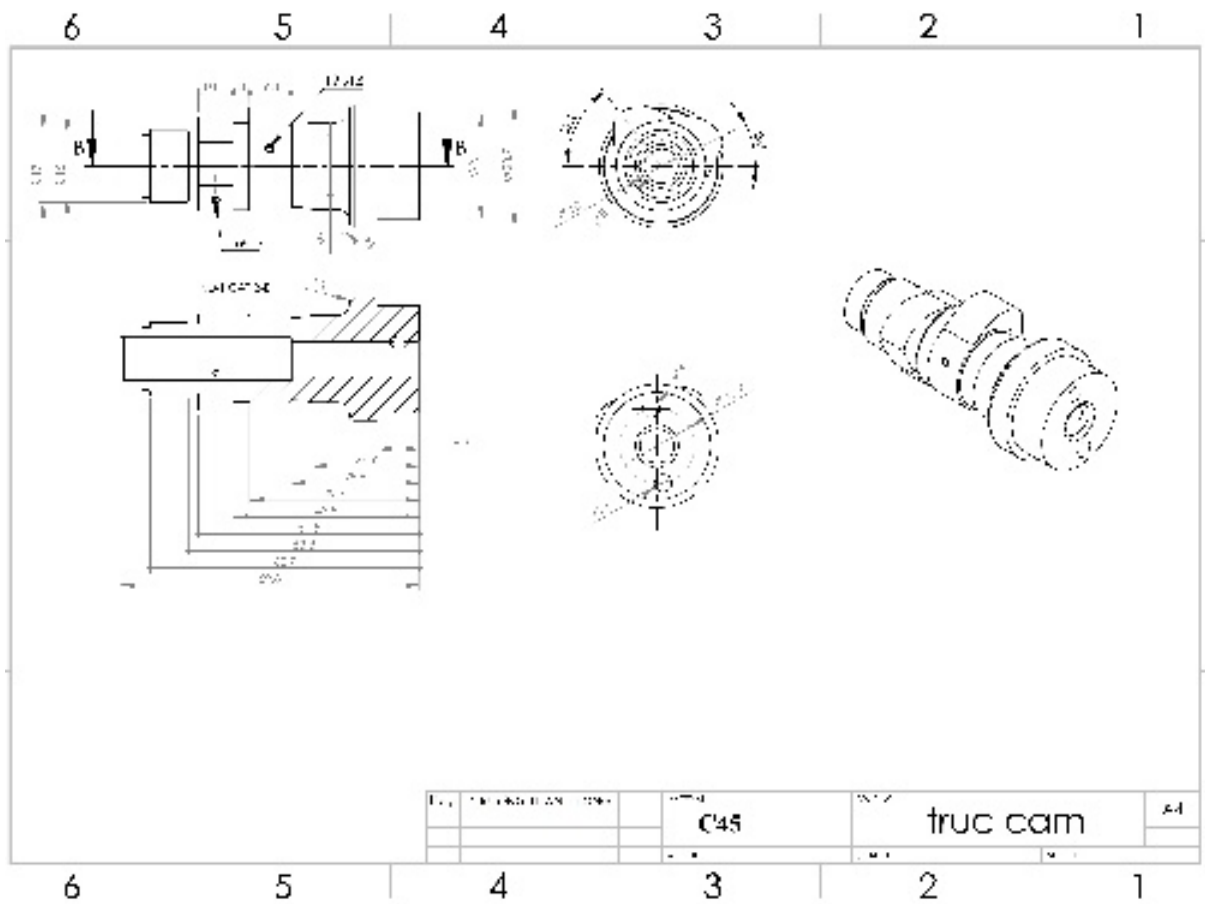
Sự thành công bước đầu trong nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở việc gia công phục hồi chi tiết, nhưng nó mở ra nhiều hướng nghiên cứu tiếp theo như: Từ chi tiết sau khi gia công phục hồi, thực hiện việc số hoá chi tiết đó, rồi tiến hành so sánh với chi tiết đã thiết kế nhằm kiểm tra độ sai lệch của chi tiết sau khi gia công về kích thước lẫn hình dáng hình học, từ đó đánh giá độ chính xác sau khi gia công.

Với thời gian và kinh phí còn hạn chế nên tác giả mới dừng lại việc thực nghiệm phục hồi hình dạng, mô hình trục cam động cơ nổ một xi lanh, chưa thực hiện các nguyên công nâng cao cơ tính lớp bề mặt cam và đánh giá chất lượng bề mặt cũng như độ chính xác của biên dạng cam. Đây cũng chính là hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TS. Bùi Ngọc Tuyên, Bài giảng “Kỹ thuật ngược và tạo mẫu nhanh” cho học viên cao học Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội (2010)
- [2]. Bành Tiến Long, Bùi Ngọc Tuyên; Lý thuyết tạo hình bề mặt và các ứng dụng trong kỹ thuật cơ khí; NXB Giáo dục 2013
- [3]. Đoàn Thị Minh Trinh, Công nghệ CAD/CAM, NXB Khoa học kỹ thuật (1998)
- [4]. Nguyễn Ngọc Đào, Giáo trình CAD/CAM, CNC căn bản, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (2004)
- [5]. TS. Nguyễn Văn Long Giang (chủ biên) Giáo trình thực tập thiết kế ngược, NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (Ebook)
- [6]. TS Hoàng Đình Long, Giáo trình kỹ thuật sửa chữa ô tô, NXB Giáo dục (2009)
- [7]. Tài liệu công nghệ đo 3D, Công nghệ Scan 3D của hãng Shining 3D – <http://www.shining3d.com/>
- [8]. Tài liệu phần mềm thiết kế ngược Geomagic Design
- [9]. Tài liệu phần mềm Solidwork
- [10]. <https://vihoth.com/tin-tuc/tong-quan-phan-mem-solidworks-solidworks-la-gi>
- [11]. <https://blogin3d.com/>
- [12]. <http://www.rapidform.com/>
- [13]. <http://www.geomagic.com/>
- [14]. <https://mechasolution.vn/Blog/gioi-thieu-may-scan-3d-horus>
- [15]. Link tải phần mềm Horus: <https://github.com/bqlabs/horus>
- [16]. Link cài đặt phần mềm Horus: <https://github.com/bqlabs/horus-fw>

PHỤ LỤC



Phụ lục: Bản vẽ thiết kế trực cam