

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ

CAPSTONE PROJECT
NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO HỆ THỐNG MÀI
VỚI NƯỚC TỰ ĐỘNG**

GVHD: TS. NGUYỄN PHẠM THẾ NHÂN

GVD: PGS. TS. TÀO QUANG BẢNG

Sinh viên thực hiện: NGUYỄN VĂN QUỐC

Số thẻ sinh viên: 101200189

Lớp: 20C1C

Đà Nẵng, 06/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: **Thiết kế và chế tạo hệ thống mài vôi nước tự động**

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Văn Quốc

Số thẻ SV: 101200189 Lớp: 20C1C

Trong bối cảnh sản xuất công nghiệp ngày càng đòi hỏi cao về tự động hóa, năng suất và chất lượng sản phẩm, việc thay thế các công đoạn gia công thủ công bằng hệ thống tự động là xu hướng tất yếu. Một trong những công đoạn quan trọng trong sản xuất vôi nước là mài và đánh bóng bề mặt, vốn đòi hỏi độ chính xác và tính ổn định cao.

Đề án này tập trung nghiên cứu, thiết kế và chế tạo một hệ thống mài vôi nước tự động sử dụng cánh tay robot kết hợp với cụm máy mài đai nhám. Hệ thống bao gồm các cụm chính: cơ cấu gá kẹp vôi nước, cơ cấu dẫn động và căng đai nhám, cơ cấu tạo lực ép mài, và phần điều khiển tích hợp với robot công nghiệp. Việc thiết kế được thực hiện trên nền tảng phần mềm CAD 3D, đồng thời có sự hỗ trợ của các phần mềm mô phỏng để phân tích ứng suất – biến dạng của các chi tiết quan trọng nhằm đảm bảo độ bền và tính ổn định khi vận hành.

Ngoài ra, đề án còn thực hiện tính toán các thông số cơ bản của quá trình mài như: lực cắt, công suất mài, lực căng đai nhám; từ đó lựa chọn thiết bị truyền động phù hợp. Hệ thống sau khi hoàn thiện bước đầu cho thấy khả năng hoạt động ổn định, đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra và góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm cũng như giảm phụ thuộc vào lao động thủ công.

Kết quả của đề án là cơ sở thực tiễn cho việc ứng dụng và phát triển các hệ thống mài tự động trong ngành sản xuất thiết bị vệ sinh nói riêng và ngành cơ khí nói chung.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên: Nguyễn Văn Quốc Số thẻ sinh viên: 101200189
Lớp: 20C1C Khoa: Cơ Khí Ngành: Công nghệ Chế tạo máy

1. Tên đề tài đồ án:

Thiết kế và chế tạo hệ thống mài vôi nước tự động

2. Đề tài thuộc diện:

Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

- Vòi nước có vật liệu là đồng thau
- Năng suất mong muốn: 20 chiếc/h
- Độ nhám sau khi gia công: Ra2,5
- Trước khi mài, vòi nước đã được gia công cơ khí bề mặt trụ trong và các koox lắp ghép bên trong

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

- Tổng quan về đề tài
- Thiết kế máy mài cho hệ thống
 - Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế
 - Tính toán, thiết kế động lực học cho máy mài
- Thiết kế cơ cấu định vị và kẹp chặt phôi khi gia công
 - Xác định phương pháp định vị và kẹp chặt phôi
 - Thiết kế sơ bộ
 - Tính, chọn bộ phận sinh lực cho cơ cấu kẹp
 - Phân tích, mô phỏng ứng suất, chuyển vị của cơ cấu kẹp
 - Thiết kế quy trình công nghệ chế tạo ống kẹp

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

- Bản vẽ sơ đồ nguyên lý – A0
- Bản vẽ kết cấu máy mài – A0
- Bản vẽ kết cấu cơ cấu kẹp – A0
- Bản vẽ sơ đồ phân bố ứng suất trên chi tiết ống kẹp – A0
- Bản vẽ chế tạo chi tiết ống kẹp – A3
- Bản vẽ sơ đồ nguyên công gia công chi tiết ống kẹp – A0

6. *Họ tên người hướng dẫn:* TS. Nguyễn Phạm Thế Nhân
KS. Phạm Nguyễn Phú Vinh

7. *Ngày giao nhiệm vụ đồ án:*/...../2025

8. *Ngày hoàn thành đồ án:*/...../2025

Đà Nẵng, ngày tháng năm 201

Trưởng Bộ môn Công nghệ vật liệu

Giảng viên hướng dẫn

LỜI NÓI ĐẦU

Trong thời đại công nghiệp hóa, hiện đại hóa, nhu cầu về nâng cao năng suất, giảm thiểu lao động thủ công và đảm bảo chất lượng sản phẩm ngày càng trở nên cấp thiết. Đặc biệt trong lĩnh vực sản xuất thiết bị vệ sinh như vòi nước, công đoạn mài và đánh bóng đóng vai trò quan trọng trong việc quyết định tính thẩm mỹ và độ hoàn thiện của sản phẩm. Tuy nhiên, phương pháp mài thủ công hiện nay vẫn còn phổ biến, tiềm ẩn nhiều bất cập như: năng suất thấp, chất lượng không đồng đều, ảnh hưởng sức khỏe người lao động...

Nhận thức được tầm quan trọng đó, em đã lựa chọn đề tài “**Thiết kế và chế tạo hệ thống mài vòi nước tự động**” làm đề án tốt nghiệp. Đề tài hướng đến việc tự động hóa quá trình mài bề mặt sản phẩm thông qua việc tích hợp robot công nghiệp và máy mài đai nhám, góp phần nâng cao năng suất, cải thiện chất lượng sản phẩm.

Trong quá trình thực hiện đề án, em đã vận dụng kiến thức chuyên ngành về cơ khí, tự động hóa, ứng dụng các phần mềm CAD/CAE vào việc thiết kế và mô phỏng cơ học... đồng thời tham khảo các tài liệu chuyên ngành cũng như tiếp thu ý kiến đóng góp từ giảng viên hướng dẫn và các kỹ sư tại công ty FWD Automation để hoàn thiện đề tài này.

Dù đã cố gắng hoàn thiện tốt nhất trong khả năng của mình, song do giới hạn về thời gian và kinh nghiệm thực tiễn, đề án không tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Em rất mong nhận được sự góp ý từ hội đồng để em có thể tiếp tục hoàn thiện hơn trong tương lai.

Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn các giảng viên trong Khoa Cơ khí – Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng cũng như đội ngũ kỹ sư tại công ty FWD Automation đã tận tình giảng dạy, hướng dẫn và hỗ trợ em trong suốt quá trình học tập và thực hiện đề án.

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025

Sinh viên thực hiện

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan đồ án tốt nghiệp với đề tài “**Thiết kế và chế tạo hệ thống mài vôi nước tự động**” là kết quả làm việc nghiêm túc của bản thân, được thực hiện dưới sự hướng dẫn của giảng viên hướng dẫn và đội ngũ kỹ sư tại công ty FWD Automation. Các nội dung trình bày trong báo cáo là trung thực, được tham khảo từ các tài liệu chuyên ngành và được trích dẫn rõ ràng. Em hoàn toàn chịu trách nhiệm trước hội đồng về nội dung và kết quả của đồ án này.

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025

Sinh viên thực hiện

MỤC LỤC

TÓM TẮT	ii
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	iii
LỜI NÓI ĐẦU	i
LỜI CAM ĐOAN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH SÁCH HÌNH ẢNH	vi
DANH SÁCH BẢNG BIỂU	ix

Trang

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI	1
1.1: Điều tra tổng quan	1
1.2: Đề xuất giải pháp sơ bộ	4
1.3: Dự kiến kết quả đạt được	5
1.4: Đề xuất phương pháp đánh giá	5
1.5: Kế hoạch thực hiện đề tài	6

CHƯƠNG II

THIẾT KẾ MÁY MÀI CHO HỆ THỐNG	8
2.1: Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế và phương án truyền động	8
2.1.1: Tổng quan về quá trình mài	8
2.1.2: Quy trình sản xuất vôi nước	15
2.1.3: Một số loại máy mài thông dụng	16
2.1.4: Thiết kế sơ đồ nguyên lý máy mài	20
2.2: Tính toán, thiết kế động lực học cho máy mài	24

2.2.1: Số liệu ban đầu và xử lý số liệu	24
2.2.2: Tính chọn động cơ	25
2.2.2: Tính chọn cơ cấu căng đai	27
2.2.2: Tính chọn ổ bi	29

CHƯƠNG III

THIẾT KẾ CƠ CẤU ĐỊNH VỊ VÀ KẸP CHẶT PHÔI KHI GIA CÔNG32

3.1: Xác định phương pháp định vị và kẹp chặt phôi	32
3.1.1: Yêu cầu, chức năng của cơ cấu định vị và kẹp chặt phôi	32
3.1.2: Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế.....	32
3.2: Thiết kế sơ bộ	35
3.3: Tính, chọn xilanh cho cơ cấu kẹp	38
3.4: Phân tích, mô phỏng chuyển vị, ứng suất của cơ cấu kẹp	42
3.5: Thiết kế quy trình công nghệ chế tạo ống kẹp phôi	49
3.5.1: Chọn vật liệu phôi.....	49
3.5.2: Chọn phương pháp chế tạo phôi	50
3.5.3: Thiết kế bản vẽ lòng phôi	51
3.5.4: Thiết kế nguyên công.....	52

CHƯƠNG IV

MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG.....79

4.1: Giới thiệu về phần mềm RoboDK	79
4.2: Mô phỏng hệ thống	80
4.2.1: Thêm mô hình vào phần mềm	80
4.2.2: Định nghĩa cơ cấu chấp hành.....	81
4.2.3: Tạo các điểm trên quỹ đạo di chuyển của robot	82
4.2.4: Tạo các chương trình con	82

4.2.5: Tạo chương trình chính.....	86
4.2.6: Chạy chương trình mô phỏng	87
KẾT LUẬN	88
TÀI LIỆU THAM KHẢO	89
PHỤ LỤC	90

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Vòi nước Lavabo	1
Hình 1.2: Vòi nước sau khi đúc	2
Hình 2.1: Mài phẳng bằng đá mài	8
Hình 2.2: Mài có tâm.....	9
Hình 2.3: Mài không tâm bề mặt trụ ngoài.....	10
Hình 2.4: Mài không tâm bề mặt trụ trong.....	11
Hình 2.5: Mài nghiền	12
Hình 2.6: Một số loại đá mài.....	13
Hình 2.7: Đai nhám.....	14
Hình 2.8: Vải nhám	14
Hình 2.8: Đá mài kết khối kim loại	15
Hình 2.9: Vòi nước sau khi đúc	16
Hình 2.10: Máy mài tròn ngoài.....	17
Hình 2.11: Máy mài tròn trong.....	17
Hình 2.12: Máy mài vô tâm.....	18
Hình 2.13: Máy mài phẳng.....	19
Hình 2.14: Máy mài hai đá.....	19
Hình 2.15: Máy mài đai nhám.....	20
Hình 2.16: Máy mài đai nhám.....	22
Hình 2.17: Sơ đồ tính lực cắt	24
Hình 2.18: Ty thủy lực (gas spring).....	29
Hình 2.19: Ổ bi UCP201.....	30
Hình 2.20: Thiết kế máy mài trong SolidWorks.....	31
Hình 3.1: Mâm cặp ba chấu	33
Hình 3.2: Ống kẹp đàn hồi	33
Hình 3.3: Chi tiết ống kẹp	35
Hình 3.4: Chi tiết côn rút	36
Hình 3.5: Xilanh khí nén	36
Hình 3.5: Lắp ráp cơ cấu kẹp phôi.....	37
Hình 3.6: Sơ đồ tính lực kẹp.....	38

<i>Hình 3.7: Mặt cắt ngang của ống kẹp</i>	40
<i>Hình 3.8: Xilanh khí nén ACQ50x20</i>	41
<i>Hình 3.9: Chuẩn bị mô hình 3D</i>	42
<i>Hình 3.10: Cửa sổ Material trên SolidWorks</i>	43
<i>Hình 3.11: Cửa sổ Stydy trên Simulation SolidWorks</i>	44
<i>Hình 3.12: Thiết lập tiếp xúc (Contact Sets) giữa các bề mặt</i>	45
<i>Hình 3.13: Gán điều kiện biên cho chi tiết ống kẹp</i>	45
<i>Hình 3.14: Gán tải trọng cho côn kẹp</i>	46
<i>Hình 3.15: Chia lưới cho các chi tiết</i>	47
<i>Hình 3.16: Kết quả phân tích ứng suất</i>	48
<i>Hình 3.17: Kết quả phân tích chuyển vị</i>	48
<i>Hình 3.18: Ống kẹp xẻ rãnh</i>	49
<i>Hình 3.19: Bản vẽ chi tiết lồng phôi</i>	51
<i>Hình 3.20: Sơ đồ gá đặt nguyên công 1</i>	52
<i>Hình 3.21: Sơ đồ gá đặt nguyên công 2</i>	58
<i>Hình 3.22: Sơ đồ gá đặt nguyên công 3</i>	64
<i>Hình 3.23: Sơ đồ gá đặt nguyên công 4</i>	68
<i>Hình 3.24: Sơ đồ gá đặt nguyên công 5</i>	70
<i>Hình 3.25: Sơ đồ gá đặt nguyên công 6</i>	72
<i>Hình 3.26: Sơ đồ gá đặt nguyên công 7</i>	76
<i>Hình 4.1: Giao diện của phần mềm RoboDK</i>	79
<i>Hình 4.2: Thư viện trực tuyến của phần mềm RoboDK</i>	80
<i>Hình 4.2: Thêm Robot vào chương trình</i>	80
<i>Hình 4.3: Mô hình được thêm vào phần mềm</i>	81
<i>Hình 4.4: Định nghĩa TCP cho cơ cấu chấp hành</i>	81
<i>Hình 4.5: Tạo các điểm trên quy đạo di chuyển của robot</i>	82
<i>Hình 4.6: Tạo chương trình khởi tạo vị trí gốc</i>	83
<i>Hình 4.7: Tạo chương trình gắp phôi</i>	83
<i>Hình 4.8: Robot gắp phôi trong RoboDK</i>	84
<i>Hình 4.9: Mài mặt trụ ngoài</i>	85
<i>Hình 4.10: Mài mặt dưới</i>	85

<i>Hình 4.10: Mài mặt bên.....</i>	<i>86</i>
<i>Hình 4.11: Thêm chương trình con vào chương trình chính.....</i>	<i>86</i>
<i>Hình 4.11: Chạy mô phỏng.....</i>	<i>87</i>

DANH SÁCH BẢNG BIỂU

<i>Bảng 2-1: Các thông số cơ bản của ổ bi UCP201</i>	30
<i>Bảng 3-1: Bảng so sánh các cơ cấu tự định tâm mặt trụ trong thường dùng</i>	34
<i>Bảng 3-2: Thông số kỹ thuật của xilanh ACQ50x20</i>	41
<i>Bảng 3-3: Các thông số kỹ thuật của mác thép 65M5</i>	43
<i>Bảng 3-4: Các thông số kỹ thuật của mác thép C45</i>	44
<i>Bảng 3-5: Thành phần hóa học của thép 65Mn</i>	49
<i>Bảng 3-6: Lượng dư và dung sai cho các bề mặt</i>	51
<i>Bảng 3-7: Các thông số bản của máy tiện T616</i>	52
<i>Bảng 3-9: Chế độ cắt nguyên công 1</i>	57
<i>Bảng 3-10: Chế độ cắt nguyên công 2</i>	63
<i>Bảng 3-11: Chế độ cắt nguyên công 3</i>	68
<i>Bảng 3-12: Chế độ cắt nguyên công 4</i>	70
<i>Bảng 3-13: Chế độ cắt nguyên công 5</i>	72
<i>Bảng 3-15: Chế độ cắt nguyên công 6</i>	76
<i>Bảng 3-17: Chế độ cắt nguyên công 7</i>	78

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

1.1: Điều tra tổng quan

Vòi nước lavabo là một thiết bị vệ sinh quen thuộc và không thể thiếu trong hầu hết các công trình dân dụng và công cộng hiện nay. Với chức năng chính là điều tiết dòng nước phục vụ cho việc rửa tay, rửa mặt hay các nhu cầu vệ sinh cá nhân, vòi lavabo đã trở thành một phần không thể tách rời trong thiết kế nội thất phòng tắm và nhà vệ sinh. Sự phổ biến của loại vòi này đến từ tính tiện lợi, dễ sử dụng cũng như đa dạng về kiểu dáng, chất liệu và công nghệ tích hợp, từ vòi cơ truyền thống đến các loại vòi cảm ứng hiện đại. Không chỉ góp phần đảm bảo vệ sinh cá nhân, vòi lavabo còn đóng vai trò quan trọng trong việc tiết kiệm nước và nâng cao chất lượng cuộc sống hàng ngày.



Hình 1.1: Vòi nước Lavabo

Mức độ phổ biến của loại vòi nước này cũng kéo theo nhu cầu lớn cho việc sản xuất cũng như các thiết bị đi kèm, trong đó, nhu cầu về các hệ thống sản xuất tự động hóa đang rất được chú ý như một giải pháp hiệu quả, năng suất.

a. Tính cấp thiết của đề tài

Trước khi tìm hiểu tính cấp thiết của hệ thống, đầu tiên chúng ta cần hiểu rõ về quy trình sản xuất vòi nước. Vòi nước thường được sản xuất thông qua các bước sau:

- Thiết kế sản phẩm:
 - Các kỹ sư thiết kế mô hình 3D của vòi nước bằng phần mềm CAD (như SolidWorks, Inventor...)

- Bản vẽ sau đó được kiểm tra và tinh chỉnh để đảm bảo tính thẩm mỹ, công năng và khả năng sản xuất.
- Chuẩn bị phôi bằng phương pháp đúc:
 - Vòi nước thường được làm từ hợp kim đồng, inox hoặc kẽm.
 - Quá trình đúc sử dụng khuôn cát (sand casting) hoặc đúc áp lực (die casting).



Hình 1.2: Vòi nước sau khi đúc

- Gia công cơ khí:
 - Sau khi đúc, sản phẩm thô được gia công trên các máy công cụ để tạo các ren lắp ghép và các bề mặt định vị cho các bước tiếp theo.
 - Các bộ phận như tay gạt, đầu vòi cũng được gia công tương tự.
- Mài và đánh bóng:
 - Sản phẩm được mài nhẵn để loại bỏ các bavaria, cạnh sắc tồn tại sau quá trình đúc.
 - Sau đó, nếu cần thiết sản phẩm có thể được đánh bóng bằng máy để tăng độ bóng và chuẩn bị cho công đoạn xi mạ.
- Mạ:
 - Vòi nước thường được mạ chrome, niken hoặc sơn tĩnh điện để chống gỉ và tạo độ sáng bóng, tăng tính thẩm mỹ cho sản phẩm.
 - Lớp xi mạ cũng giúp vòi nước bền hơn khi tiếp xúc với nước và hóa chất.
- Lắp ráp:

- Lắp đặt các bộ phận như cần gạt, lõi van (ceramic cartridge), đầu vòi tạo bọt khí, ron cao su.
- Kiểm tra xem các bộ phận có khớp nhau không.
- Kiểm tra chất lượng:
 - Vòi nước được kiểm tra áp suất nước để đảm bảo không bị rò rỉ.
 - Kiểm tra độ bền của lớp mạ và độ bền cơ học khi sử dụng.
- Đóng gói và xuất xưởng:
 - Sau khi vượt qua các bài kiểm tra chất lượng, vòi nước được đóng hộp và phân phối ra thị trường.

Trong quy trình sản xuất nêu trên, quá trình mài đóng vai trò vô cùng quan trọng. Đây là bước cải thiện chất lượng bề mặt sau khi đúc để chuẩn bị cho các quá trình mạ điện. Cụ thể, vai trò của quá trình mài bao gồm:

- Loại bỏ bavaria, các khuyết tật trên bề mặt của phôi sau khi đúc.
- Sửa đúng kích thước của chi tiết.
- Chuẩn bị cho các công đoạn xử lý bề mặt tiếp theo.

Một hệ thống mài và đánh bóng vòi nước với mức độ tự động hóa cao có tính cấp thiết cao trong ngành công nghiệp sản xuất thiết bị vệ sinh, nhà tắm. Dưới đây là một số lý do chính:

- Nhu cầu tự động hóa và tăng năng suất:
 - Mài và đánh bóng thủ công tốn nhiều thời gian, đòi hỏi kỹ năng cao và có năng suất thấp.
 - Các hệ thống tự động có thể hoạt động liên tục với tần suất cao, từ đó nâng cao sản lượng.
- Cải thiện chất lượng và độ chính xác của sản phẩm:
 - So với việc mài và đánh bóng sử dụng sức lao động của con người, chất lượng sản phẩm sẽ phụ thuộc nhiều vào tay nghề và trạng thái sức khỏe, tâm sinh lý của nhân công. Do đó, các sản phẩm sau quá trình mài sẽ có độ đồng nhất không cao

cả về hình dạng, kích thước. Đánh bóng và mài bằng hệ thống sản xuất tự động sẽ giúp cải thiện được hạn chế này.

- Mài và đánh bóng bằng hệ thống tự động cho phép thay đổi các thông số chế độ cắt một cách linh hoạt hơn, từ đó có thể tối ưu chất lượng sản phẩm.
- Giảm thiểu rủi ro và cải thiện vấn đề an toàn lao động:
 - Công nhân làm việc với quy trình mài có nguy cơ đối mặt với tai nạn lao động, đồng thời tiềm ẩn nguy cơ mắc các bệnh về da, mắt, tai và hô hấp do tiếp xúc với bụi kim loại độc hại cũng như tiếng ồn sinh ra do quá trình này.
 - Hệ thống tự động sẽ giảm sự tiếp xúc của con người với những yếu tố nguy hiểm, từ đó giảm thiểu rủi ro liên quan đến tai nạn lao động.
- Tích hợp linh hoạt với các công nghệ khác:
 - Hệ thống có thể tích hợp với cảm biến lực (force sensor) để điều chỉnh áp lực mài theo thời gian thực.
 - Có thể kết hợp với AI để tối ưu hóa quy trình và nhận diện lỗi sản phẩm.
- Giảm chi phí vận hành dài hạn:
 - Dù đầu tư ban đầu cao, nhưng sử dụng robot giúp tiết kiệm chi phí nhân công, giảm hao mòn dụng cụ và hạn chế lỗi sản phẩm. Hệ thống này đặc biệt phù hợp khi sản xuất với số lượng lớn.

1.2: Đề xuất giải pháp sơ bộ

Với yêu cầu mài vòi nước có nhiều bề mặt như mặt trụ ngoài, mặt phẳng và các bề mặt cong 3D để chuẩn bị cho quá trình mạ, giải pháp sơ bộ được đưa ra là sử dụng cánh tay robot cùng với một cơ cấu đặc biệt được thiết kế để định vị và kẹp chặt phôi để mô phỏng lại hoạt động mài do công nhân tạo ra. Robot sẽ đảm nhận nhiệm vụ đưa các bề mặt gia công tiếp xúc với máy mài và đảm bảo độ chính xác và chất lượng bề mặt sau khi gia công. Một số yêu cầu đối với robot được sử dụng:

- Phải đủ số bậc tự do cần thiết để mài tất cả các bề mặt yêu cầu trên chi tiết gia công.

- Tải trọng đáp ứng được lực cắt sinh ra trong quá trình gia công. Lực cắt này phụ thuộc vào các thành phần chế độ cắt và độ chính xác, chất lượng bề mặt mong muốn.
- Độ chính xác cao.

Ngoài robot thì máy mài cũng đóng một vai trò rất quan trọng trong hệ thống này. Yêu cầu chung của máy mài là độ tin cậy cao, có khả năng làm việc trong thời gian dài mà không cần phải điều chỉnh, bảo trì, bảo dưỡng, bên cạnh đó, yếu tố chi phí chắc chắn cũng là một yếu tố rất quan trọng

1.3: Dự kiến kết quả đạt được

Mục tiêu của đề tài là tạo ra một hệ thống mài vôi nước với mức độ tự động cao, đáng tin cậy, đáp ứng các yêu cầu về năng suất, độ chính xác và hiệu quả kinh tế được nêu ra bởi khách hàng của công ty FWD Automation. Dự kiến kết quả đạt được sẽ bao gồm:

- Hệ thống mài vôi nước
- Các tài liệu thiết kế, các bản vẽ kết cấu của máy hay của các cụm chi tiết, bản vẽ chế tạo của các chi tiết cần gia công...
- Tài liệu hướng dẫn vận hành, bảo trì, sửa chữa...

1.4: Đề xuất phương pháp đánh giá

Việc đánh giá tính hiệu quả của hệ thống không chỉ giúp xác định mức độ thành công của dự án mà còn mang lại nhiều lợi ích thiết thực trong sản xuất, dưới đây là một số tiêu chí đánh giá đối với hệ thống:

- Hiệu quả về chi phí, bao gồm chi phí đầu tư, chi phí vận hành, bảo trì, bảo dưỡng, chi phí nhân công...
- Chất lượng sản phẩm: độ chính xác, độ bóng bề mặt, độ đồng nhất của sản phẩm, tỷ lệ phế phẩm...
- Hiệu suất của hệ thống.
- Hiệu quả về mặt an toàn lao động, điều kiện làm việc của con người, thiết bị.

- Tính linh hoạt của hệ thống, khả năng thay đổi các thông số chế độ cắt, có thể gia công được nhiều chi tiết có hình dạng hay vật liệu khác nhau hay không?

Để đánh giá các tiêu chí nêu trên, chắc chắn phải có các phương pháp đánh giá được thiết kế riêng cho từng chi tiêu, dưới đây là một số phương pháp đánh giá chất lượng sản phẩm và hiệu suất của hệ thống được đề xuất:

- Dùng các thiết bị đo độ nhám chuyên dụng (*Surface Roughness Tester*) để kiểm tra bề mặt cho một số chi tiết bất kỳ sau khi gia công, từ đó tính được tỷ lệ phế phẩm của loạt sản phẩm đó. Khi số mẫu thử càng lớn, độ tin cậy của kết quả này càng cao.
- Ghi lại thời gian hoạt động của một chu trình (thời gian hoàn thành một sản phẩm), so sánh với quy trình thủ công.

1.5: Kế hoạch thực hiện đề tài

Với bất kể mỗi dự án nào, việc thiết lập một kế hoạch rõ ràng là rất quan trọng giúp người thực hiện hoàn thành được dự án đúng tiến độ, ước tính chi phí cho từng giai đoạn từ đó phân bổ ngân sách dự án một cách hợp lý. Dưới đây là kế hoạch thực hiện đề tài:

* Giai đoạn 1: Nghiên cứu và lập kế hoạch cho dự án

Giai đoạn này tập trung vào việc nghiên cứu kích thước, vật liệu của chi tiết, xác định các yêu cầu kỹ thuật về độ nhám, độ chính xác sau khi gia công. Đồng thời nghiên cứu về công nghệ mài, đánh bóng vật liệu cũng như cánh tay robot. Cũng trong giai đoạn này, ta sẽ tìm hiểu một số hệ thống mài và đánh bóng vật liệu sử dụng robot đang được sử dụng.

* Giai đoạn 2: Thiết kế tổng thể

- Thiết kế tổng thể sơ đồ nguyên lý.
- Thiết kế chi tiết từng bộ phận chính của hệ thống: thiết kế máy mài, tính chọn robot, thiết kế cụm cơ cấu kẹp và định vị phiêi...
- Mô phỏng chu trình hoạt động của hệ thống, thiết kế chu trình gia công cho các chi tiết cần gia công cắt gọt trên các máy công cụ.

- Xây dựng chương trình điều khiển cho hệ thống.

* Giai đoạn 3: Chế tạo và lắp ráp

- Tổng hợp các vật tư, thiết bị cần thiết.
- Gia công các chi tiết cần thiết.
- Lắp ráp, đưa chương trình điều khiển vào hệ thống.

* Giai đoạn 4: Kiểm tra và hiệu chỉnh nếu cần

- Kiểm tra và vận hành thử nghiệm, kiểm tra tính ổn định của hệ thống.
- Đánh giá chất lượng sản phẩm và hiệu suất của hệ thống.
- Nếu cần có thể đưa ra các hiệu chỉnh về kết cấu, chương trình điều khiển để tối ưu hóa hệ thống.

* Giai đoạn 4: Nghiên cứu và phát triển

Thu thập, phân tích các dữ liệu từ quá trình hoạt động của hệ thống để đề xuất các biện pháp cải thiện hoặc mở rộng sản xuất trong tương lai

CHƯƠNG II

THIẾT KẾ MÁY MÀI CHO HỆ THỐNG

2.1: Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế và phương án truyền động

2.1.1: Tổng quan về quá trình mài

Mài là một quá trình cắt gọt với các hạt mài siêu nhỏ được gắn trên bề mặt của dụng cụ mài (như đá mài, đĩa mài). Khi dụng cụ mài quay hoặc di chuyển, các hạt mài cắt lớp vật liệu rất mỏng ra khỏi bề mặt chi tiết, tạo ra bề mặt mịn và chính xác.

- Ưu điểm:

- Độ chính xác cao về kích thước và hình dạng.
- Chất lượng bề mặt của chi tiết gia công tốt.
- Có thể gia công được vật liệu rất cứng mà các phương pháp khác khó thực hiện.

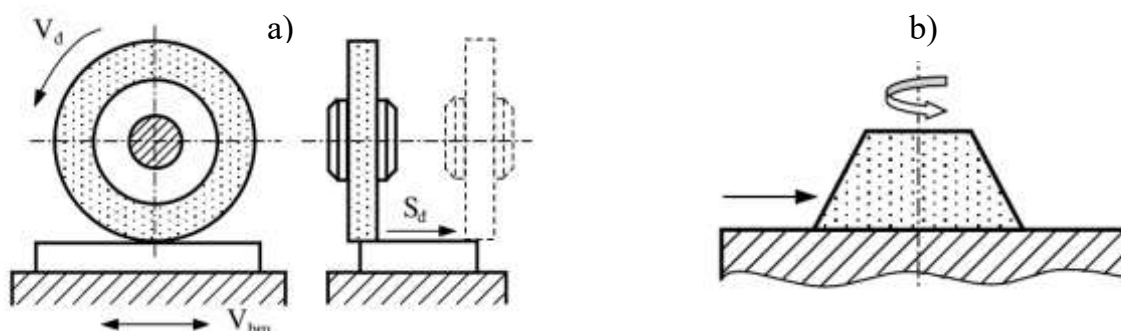
- Nhược điểm:

- Tốc độ gia công thường chậm hơn các phương pháp cắt gọt khác.
- Chi phí dụng cụ và bảo trì cao, đặc biệt với các dụng cụ mài chuyên biệt.
- Dễ sinh nhiệt lớn, có thể gây biến dạng hoặc ảnh hưởng đến cơ tính của chi tiết.

Một số phương pháp mài thông dụng:

* Phương pháp mài trên máy mài phẳng:

Đây là một phương pháp cơ bản để gia công tinh các mặt phẳng hay gia công lần cuối các bề mặt đã qua nhiệt luyện sau khi đã phay hoặc bào.

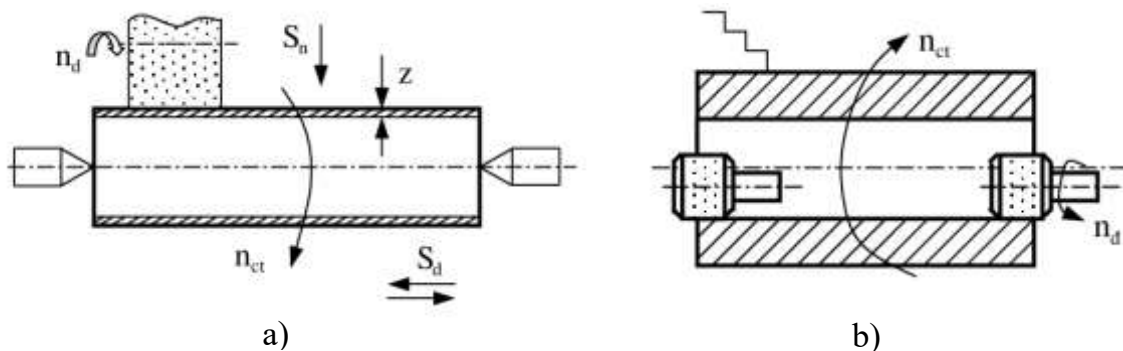


Hình 2.1: Mài phẳng bằng đá mài

Phương pháp mài phẳng bằng đá mài hình trụ được thể hiện ở (hình 3.1a). Phương pháp này có khả năng đạt được độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao vì dễ thoát phoi, thoát nhiệt và tưới dung dịch tron nguội vào khu vực gia công. Tuy nhiên, do diện tích tiếp xúc với chi tiết nhỏ nên năng suất thấp, để khắc phục có thể dùng đá bản rộng.

Phương pháp mài phẳng bằng đá mài mặt đầu ở (hình 3.1b) có năng suất cao, tiết kiệm được đá mài. Tuy nhiên, do khó thoát phoi và khó đưa dung dịch tron nguội vào khu vực gia công nên khả năng thoát nhiệt kém, vì vậy, độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt kém hơn mài bằng đá hình trụ. Muốn đạt độ chính xác, độ nhẵn bóng cao thì phải chọn chế độ cắt thấp, khi đó năng suất lại không cao.

*** Phương pháp mài có tâm:**

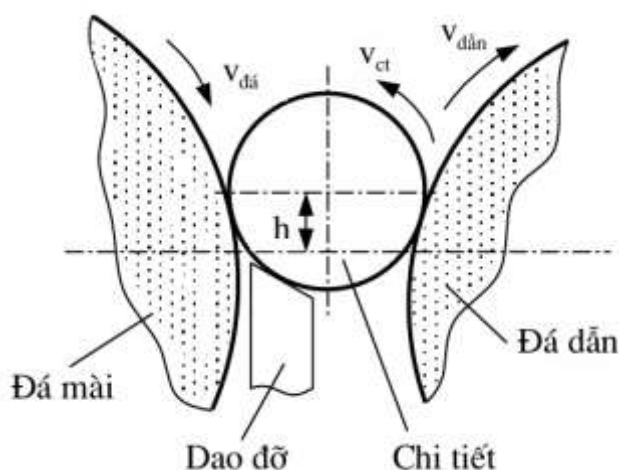


Hình 2.2: Mài có tâm

Phương pháp mài có tâm được sử dụng phổ biến để gia công tinh hoặc gia công lần cuối các bề mặt trụ ngoài, trụ trong đã qua nhiệt luyện. Chi tiết thường được định vị bằng hai mũi tâm hoặc mũi tâm kết hợp mâm cặp khi mài trụ ngoài (hình 3.2a) hay mâm cặp khi mài trụ trong (hình 3.2b). Chuyển động cắt do chuyển động quay của đá mài tạo ra, ngoài ra, chi tiết cũng quay với chiều ngược lại nhưng với vận tốc quay nhỏ hơn. Khi mài có tâm, thường dùng hai phương pháp ăn dao: dọc và ngang. Phương pháp mài ăn dao dọc được dùng để mài các bề mặt dài, phương pháp này đạt độ chính xác cao, chiều sâu cắt nhỏ nên lực cắt bé. Trong khi đó, phương pháp mài ăn dao ngang được dùng khi chi tiết có đường kính lớn, bề mặt cần mài ngắn hơn bề rộng đá. Ưu điểm của phương pháp này là năng suất cao, có thể mài cùng lúc nhiều bề mặt có đường kính khác nhau hoặc mài các bề mặt định hình, tuy nhiên độ chính xác đạt được không cao và phụ thuộc vào chế độ sửa đá.

*** Phương pháp mài không tâm:**

Phương pháp mài không tâm được dùng để gia công tinh các bề mặt trụ ngoài và trụ trong đây là một phương pháp gia công cơ khí đặc biệt dùng để gia công các chi tiết hình trụ mà không cần dùng đến các tâm quay cố định của chi tiết. Phương pháp này thường được áp dụng trong sản xuất hàng lớn nhờ tính hiệu quả và độ chính xác cao.



Hình 2.3: Mài không tâm bề mặt trụ ngoài

Khi gia công bề mặt trụ ngoài, chuẩn định vị của chi tiết gia công chính là bề mặt gia công. Chi tiết được đặt lên căn đỡ mà không cần kẹp chặt. Đá dẫn có hệ số ma sát so với chi tiết, có nhiệm vụ tạo chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến (đối với mài ăn dao dọc) cho chi tiết. Khi mài, đá dẫn và đá mài quay cùng chiều, tuy nhiên tốc độ của đá dẫn nhỏ hơn của đá mài khoảng $70 \div 80$ lần, do đó ma sát giữa chi tiết với đá dẫn lớn hơn nhiều so với đá cắt.

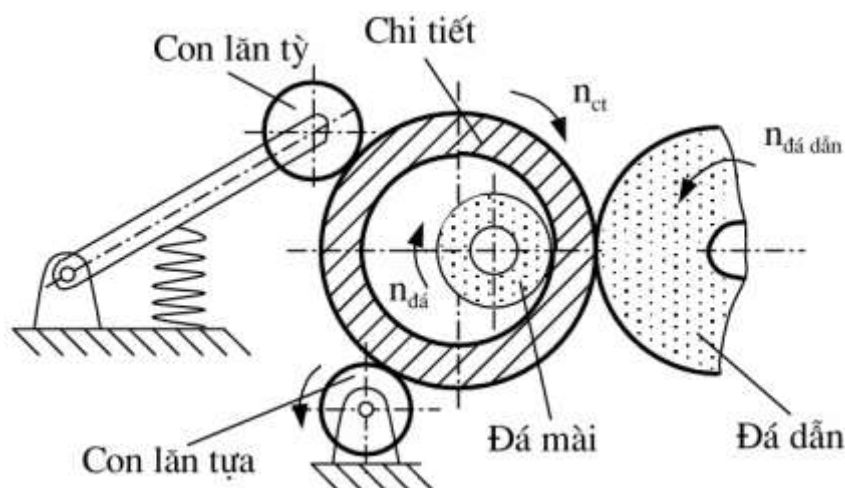
Đồ gá chính của phương pháp này là căn đỡ. Mặt của căn đỡ phải có độ cứng cao, khả năng chịu mài mòn tốt, đồng thời bề mặt này phải song song với trục đá mài. Góc nghiêng của căn đỡ thường là 30° , khi chi tiết có đường kính lớn ($d > 30$ mm) thì góc nghiêng khoảng $20 \div 25^\circ$. Mặt vát của căn đỡ hướng về phía đá dẫn và cùng với đá dẫn tạo thành khối V định vị chi tiết.

Chiều cao gá đặt của chi tiết khi mài không tâm có ảnh hưởng lớn tới chất lượng gia công, thông thường người ta đặt căn đỡ sao cho tâm của chi tiết cao hơn tâm của đá mài và đá dẫn một khoảng ($h = 0,5 \div 1$) R_{ct} nhưng nhỏ hơn 14 mm.

Ưu điểm của phương pháp này là năng suất cao, có thể gia công các chi tiết có kích thước nhỏ, không thể tạo hai mũi tâm để gá đặt hoặc đá mài sẽ cắt vào đồ gá của máy. Tuy nhiên, phương pháp này cũng tồn tại một số nhược điểm như: không đảm bảo được độ đồng tâm giữa các cổ trục, không gia công được các bề mặt trụ không liên tục...

Phương pháp mài không tâm mặt trụ trong bề mặt trụ trong sử dụng mặt trụ ngoài làm chuẩn định vị, do đó bề mặt này bắt buộc phải được gia công bán tinh hoặc tinh. Chi tiết quay nhờ đá dẫn và các con lăn tỳ và tựa, đá mài thực hiện các chuyển động cắt và chuyển động chạy dao.

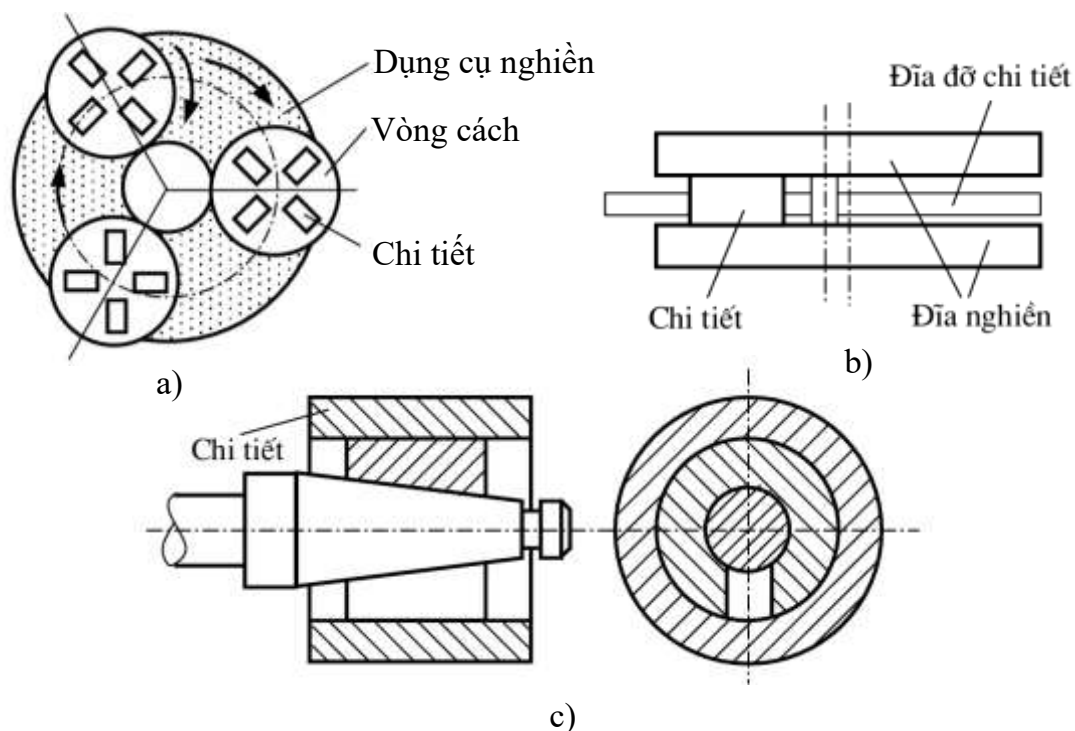
Phương pháp này có khả năng đạt độ chính xác và độ đồng tâm rất cao nên thường dùng trong gia công hàng loạt lớn các chi tiết yêu cầu cao về độ đồng tâm giữa lỗ và mặt trụ ngoài đặc biệt là những chi tiết có thành mỏng hay chiều dài ngắn vì những chi tiết này khó gá đặt để gia công bằng các phương pháp khác.



Hình 2.4: Mài không tâm bề mặt trụ trong

* Phương pháp mài nghiền:

Mài nghiền là quá trình sử dụng các hạt mài có độ hạt nhỏ ở dạng tự do, trộn với một số dung dịch như: dầu nhớt, mỡ bò, paraffin và một số axit hữu cơ, sau đó phủ lên bề mặt của dụng cụ nghiền. Khi dụng cụ nghiền tiếp xúc với bề mặt chi tiết cùng với một áp lực cần thiết và chuyển động tương đối giữa hai bề mặt, các hạt mài sẽ cắt đi một lớp tế vi trên bề mặt chi tiết làm tăng độ bóng bề mặt. Phương pháp mài nghiền có thể sử dụng để gia công tinh mặt phẳng (hình 2.5a), mặt trụ ngoài (hình 2.5b) hay mặt trụ trong (hình 2.5c)



Hình 2.5: Mài nghiền

Khi mài nghiền mặt phẳng (hình 2.5a), chi tiết được gá lên vòng cách có xẻ rãnh, cả dụng cụ nghiền và vòng cách tạo ra chuyển động tương đối giữa chi tiết và dụng cụ nghiền, cụ thể chi tiết sẽ có 2 chuyển động chính: quay quanh tâm của dụng cụ nghiền, quay quanh tâm của vòng cách. Chuyển động cắt phức tạp tạo nên các vết cắt mới xóa đều lên nhau làm tăng độ nhẵn bóng.

Khi nghiền mặt trụ ngoài (hình 2.5b), chi tiết đặt trong vòng cách có xẻ rãnh và nằm giữa 2 đĩa nghiền, một đĩa quay tròn còn đĩa kia đứng im hoặc quay tròn (ngược chiều với đĩa còn lại). Vòng cách có tâm quay đặt lệch so với tâm quay của đĩa nghiền do đó chi tiết gia công sẽ thực hiện các chuyển động: quay quanh tâm đĩa nghiền, quay quanh tâm của chính nó và tịnh tiến qua lại theo phương dọc trục trong rãnh của vòng cách

Tương tự, khi mài nghiền mặt trụ trong, chuyển động cắt bao gồm chuyển động quay tròn và chuyển động khứ hồi của dụng cụ nghiền.

Nhìn chung, mài nghiền là phương pháp gia công có độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao nhưng năng suất khá thấp vì hạt mài có kích thước nhỏ, vận tốc nghiền và áp lực nghiền thấp. Một lưu ý nữa của phương pháp này là chi tiết trước khi mài nghiền

phải được gia công chính xác vì mài nghiền không sửa được sai lệch về vị trí tương quan do lượng dư khi mài nghiền rất nhỏ.

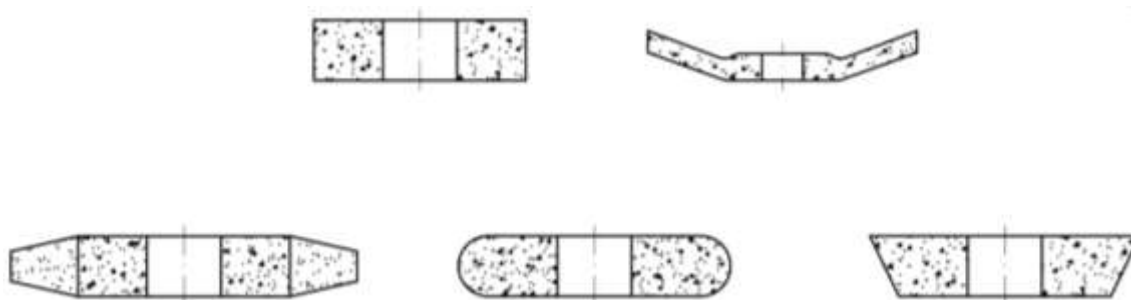
Ngoài các phương pháp mài kể trên, trong thực tế sản xuất còn có một số phương pháp mài khác như mài khôn, mài siêu tinh hay các phương pháp mài chuyên dùng cho các chi tiết điển hình như mài răng, mài ren... Nhìn chung, nguyên lý cũng như các chuyển động cắt ở các phương pháp này cũng tương tự với một số phương pháp đã nêu trên.

Một số dạng dụng cụ mài thông dụng:

*** Đá mài:**

Đây là loại dụng cụ vô cùng phổ biến trong các quy trình mài kim loại. Hạt mài được trộn với chất kết dính và tạo hình thành nhiều hình dạng khác nhau bằng cách nén áp lực. Sau đó nó được nung ở nhiệt độ cao để tạo ra liên kết giữa các hạt, tạo thành đá mài.

Đá mài được đặc trưng bởi các thông số sau: Vật liệu hạt mài, chất kết dính, độ hạt, độ cứng, cấu trúc hình dáng, kích thước đá... Các thông số này được nêu chi tiết trong *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1].



Hình 2.6: Một số loại đá mài

*** Dụng cụ hạt trên nền mềm:**

Loại dụng cụ này được tạo nên bằng việc quét lên lớp nền một lớp vật liệu mài bao gồm hạt mài và các chất kết dính. Dụng cụ loại này thường được bắt gắp dưới các dạng vải nhám, đai nhám.



Hình 2.7: Đai nhám



Hình 2.8: Vải nhám

*** Hạt mài kết khối kim loại:**

Một số loại hạt mài, đáng chú ý nhất là kim cương được kết hợp với nhau trong một chất nền kim loại để hình thành dụng cụ mài chính xác. Nó thường được sử dụng cho các vật liệu phi kim như thủy tinh, gốm, sứ, ceramic, granite...



Hình 2.8: Đá mài kết khối kim loại

2.1.2: Quy trình sản xuất vòi nước

Vòi nước lavabo hay vòi nước chậu rửa mặt là một sản phẩm không thể thiếu trong các không gian nhà tắm, nhà vệ sinh hiện đại. Đây là thiết bị được lắp đặt trên bồn rửa mặt (lavabo) để cung cấp nước phục vụ các nhu cầu sinh hoạt như rửa tay, rửa mặt, đánh răng, hoặc các hoạt động vệ sinh cá nhân khác. Chất liệu thường là đồng thau, inox hoặc hợp kim có lớp mạ crom hoặc niken để chống gỉ và tăng tính thẩm mỹ.

Sau khi thiết kế chi tiết, lựa chọn các máy móc, thiết bị cần thiết, sản phẩm sẽ được sản xuất qua các công đoạn:

- Lựa chọn, xử lý vật liệu thô.
- Chuẩn bị phôi bằng phương pháp đúc.
- Gia công một số bề mặt (phay hai mặt đầu, tiện trong, taro lỗ...) đây là các bề mặt lắp ghép với các chi tiết khác hoặc là chuẩn định vị của các bước tiếp theo.
- Mài để loại bỏ bavaria, tăng chất lượng bề mặt cho chi tiết.
- Xử lý bề mặt: tạo lớp mạ đặc biệt để chống ăn mòn cũng như tăng tính thẩm mỹ cho sản phẩm.
- Lắp ráp các bộ phận như thân vòi, vòng đệm, van điều chỉnh...vào vòi nước.
- Kiểm tra chất lượng sản phẩm: kiểm tra rò rỉ, kiểm tra chức năng, kiểm tra ngoại quan của sản phẩm...
- Đóng gói, lưu kho và vận chuyển.



Hình 2.9: Vòi nước sau khi đúc

Có thể thấy, quá trình mài đóng vai trò quan trọng trong chu trình sản xuất vòi nước. Nó là bước cải thiện chất lượng bề mặt sau khi đúc để chuẩn bị cho các quá trình mạ điện. Cụ thể, vai trò của quá trình mài bao gồm:

- Loại bỏ bavaria, các khuyết tật trên bề mặt của phôi sau khi đúc.
- Sửa đúng kích thước của chi tiết.
- Chuẩn bị cho các công đoạn xử lý bề mặt tiếp theo.

Sản phẩm của quá trình mài không yêu cầu độ bóng bề mặt quá cao vì đây chưa phải công đoạn xử lý bề mặt cuối cùng mà sau đó còn có công đoạn mạ điện. Một bề mặt quá bóng từ mài có thể làm giảm khả năng bám dính của các lớp phủ, thay vào đó, bề mặt thường có độ nhám nhỏ (vừa đủ) để lớp mạ hoặc lớp phủ bám chắc hơn và không bị bong tróc. Việc này không chỉ giúp lớp phủ bám dính dễ dàng mà còn giảm thời gian và chi phí gia công của quá trình mài. Thông thường, độ nhám bề mặt yêu cầu của chi tiết sau quá trình mài là $Ra = 1,6 \div 3,2$.

2.1.3: Một số loại máy mài thông dụng

* Máy mài tròn ngoài:

Máy mài tròn ngoài (*External cylindrical grinding machine*) là một loại máy công cụ dùng để mài các bề mặt trụ hoặc côn bên ngoài của chi tiết. Đây là một trong những loại máy mài phổ biến trong ngành Cơ khí chế tạo.

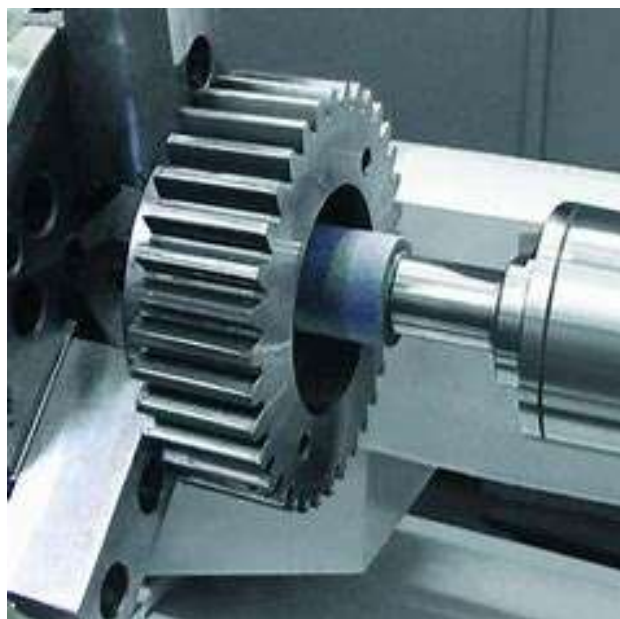
Chức năng chính của loại máy này là mài các chi tiết có dạng hình trụ, hình côn hoặc các chi tiết tròn xoay khác, đảm bảo độ chính xác về kích thước, độ tròn của chi tiết sau gia công.



Hình 2.10: Máy mài tròn ngoài

*** Máy mài tròn trong:**

Máy mài tròn trong (*Internal cylindrical grinding machine*) là loại máy mài chuyên dụng để gia công các bề mặt trụ trong, lỗ côn, hoặc các bề mặt tròn bên trong của chi tiết. Đây là một phương pháp gia công chính xác cao, thường được sử dụng để tạo ra các lỗ có đường kính nhỏ hoặc yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn cao.



Hình 2.11: Máy mài tròn trong

*** Máy mài vô tâm:**

Máy mài vô tâm (*Centerless grinding machine*) là một loại máy mài chuyên dụng không sử dụng chấu kẹp hoặc chống tâm để cố định chi tiết, mà thay vào đó chi tiết được hỗ trợ bởi các con lăn hoặc gối đỡ và được mài thông qua sự phối hợp giữa hai bánh mài. Đây là một phương pháp mài hiệu quả để gia công các chi tiết hình trụ hoặc côn nhỏ, sản xuất hàng loạt với độ chính xác cao.

Máy mài vô tâm là thiết bị mang lại độ chính xác cao, chất lượng bề mặt tốt cho chi tiết sau khi gia công. Đặc biệt, loại máy này có thể gia công các chi tiết có đường kính nhỏ, chiều dài lớn mà các phương pháp khác không thể gia công vì khó gá đặt bằng các phương pháp thông thường như chống tâm hai đầu hay gá trên mâm cặp. Tuy nhiên, máy mài vô tâm chỉ phù hợp với những chi tiết có dạng trụ tròn và gặp nhiều khó khăn khi gia công những chi tiết tròn xoay có biên dạng phức tạp.



Hình 2.12: Máy mài vô tâm

*** Máy mài phẳng:**

Máy mài phẳng (*Surface grinding machine*) là loại máy mài chuyên dụng để gia công các bề mặt phẳng trên chi tiết. Máy được sử dụng rộng rãi trong các ngành chế tạo máy, công cụ và khuôn mẫu nhờ khả năng tạo ra bề mặt phẳng có độ chính xác cao và độ nhẵn bề mặt tốt.

Theo cách bố trí trục chính máy, ta có thể chia máy mài phẳng thành hai loại: máy mài phẳng trục ngang và máy mài phẳng trục đứng. Máy mài phẳng trục ngang có trục chính máy song song với bàn máy, thường mài bằng chu vi đá mài. Ngược lại, máy mài phẳng trục đứng có trục chính máy vuông góc với bàn máy và thường mài bằng mặt đầu của đá mài.



Hình 2.13: Máy mài phẳng

*** Máy mài hai đá:**

Máy mài hai đá (*Double wheel grinder*) là loại máy mài phổ biến dùng trong gia công cơ khí, đặc biệt là trong các xưởng cơ điện, sửa chữa, bảo trì, hoặc sản xuất nhỏ. Máy này có cấu tạo đơn giản, sử dụng hai đá mài lắp đối xứng hai bên của động cơ, cho phép mài thô, mài tinh, hoặc gia công các chi tiết nhỏ một cách linh hoạt.

Ưu điểm của máy là kết cấu đơn giản, dễ vận hành cũng như bảo trì, sửa chữa. Máy thường được sử dụng để mài dụng cụ cắt như dao tiện, dao bào, mũi khoan... Tuy nhiên máy có một số hạn chế như khả năng tự động hóa thấp, độ chính xác và chất lượng bề mặt không cao, nguy cơ gây ra tai nạn cao khi vận hành không đúng cách.



Hình 2.14: Máy mài hai đá

*** Máy mài đai nhám:**

Máy mài đai nhám (*Belt grinding machine*) là thiết bị sử dụng một đai nhám mài mòn để gia công bề mặt các chi tiết. Loại máy này rất linh hoạt và được sử dụng rộng rãi trong gia công cơ khí, gỗ, nhựa, và cả các ngành chế tạo đồ thủ công mỹ nghệ. Loại thiết bị này sử dụng đai nhám, một loại dụng cụ hạt trên nền mềm. Nguyên lý truyền động tương tự như bộ truyền đai, sử dụng momen xoắn của động cơ để tạo chuyển động cho dây đai thông qua các rulo chủ động và bị động.



Hình 2.15: Máy mài đai nhám

2.1.4: Thiết kế sơ đồ nguyên lý máy mài

Sau khi tìm hiểu các loại máy mài phổ biến trên thị trường, do yêu cầu là mài các bề mặt bên ngoài của vòi nước, đây là một biên dạng tương đối phức tạp, cần phối hợp nhiều chuyển động tương đối giữa phôi và dụng cụ mài để hoàn thành. Mặt khác, sản phẩm của quá trình mài không yêu cầu độ bóng bề mặt quá cao nên phương án được lựa chọn là máy mài đai nhám. Mặc dù độ chính xác và chất lượng bề mặt không tốt như một số loại máy mài khác nhưng bù lại, máy mài đai nhám có một số ưu điểm:

- Kết cấu đơn giản, dễ bảo trì, sửa chữa.
- Chi phí thấp.
- Hiệu suất cao, tốc độ loại bỏ kim loại lớn.

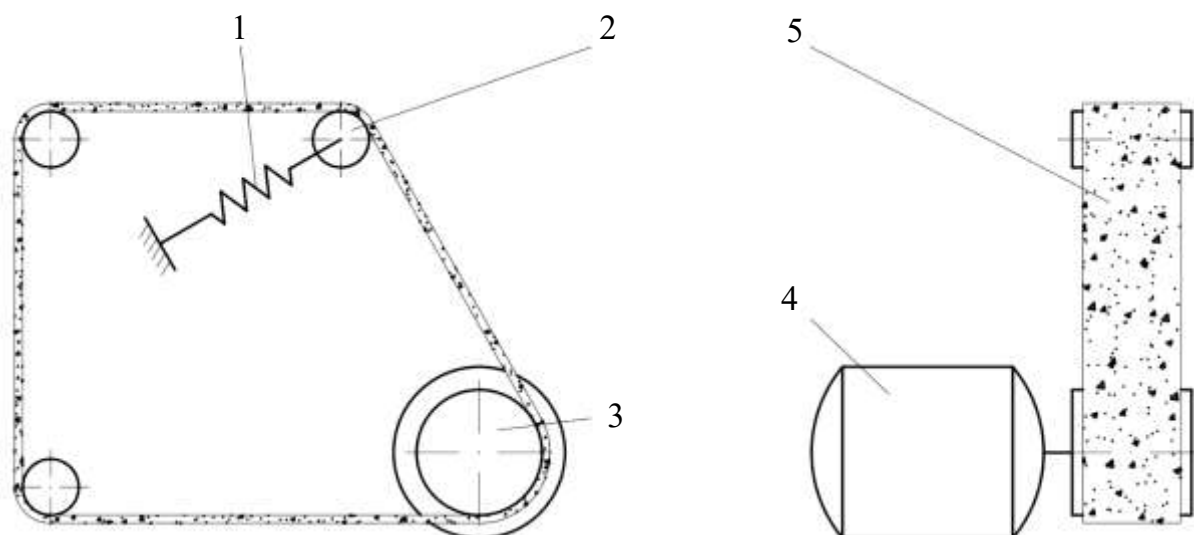
- Khả năng ứng dụng rộng rãi: có thể mài phẳng, mài tròn hay mài phá các khuyết tật trên bề mặt trên nhiều loại vật liệu khác nhau như kim loại, gỗ, nhựa, thủy tinh, da...

Về cơ bản, một máy mài đai nhám sẽ bao gồm các bộ phận chính:

- Khung máy
- Động cơ
- Dây đai nhám
- Các rulo chủ động và bị động
- Cơ cấu căng đai
- Các cơ cấu phụ: ổ lăn, bàn tỉ...

Thông thường, máy mài đai nhám sẽ được thiết kế với 4 rulo: 1 rulo chủ động và 3 rulo bị động bao gồm:

- Lô căng (*Tension roll*): Lô này giữ cho đai nhám được căng đều, ngăn chặn tình trạng trượt hoặc lỏng đai khi máy hoạt động. Việc căng đai đúng cách giúp đảm bảo lực mài đều trên bề mặt vật liệu, từ đó nâng cao chất lượng gia công.
- Lô điều hướng (*Tracking roll*): Lô điều hướng có chức năng giữ cho đai nhám chạy đúng hướng, không bị lệch ra khỏi đường mài. Nó thường được thiết kế có khả năng điều chỉnh góc nhỏ để bù đắp sai lệch khi máy hoạt động.
- Lô mài (*Contact roll*): Đây là lô trực tiếp áp sát vào vật liệu để thực hiện quá trình mài. Bề mặt của lô này thường được thiết kế đặc biệt (như phủ cao su hoặc có các rãnh) để giảm rung và tăng độ bám của đai nhám, giúp quá trình mài đạt hiệu quả cao nhất.



1 - cơ cấu căng đai, 2 - lô bị động, 3 - lô chủ động, 4 - động cơ, 5 - đai nhám

Hình 2.16: Máy mài đai nhám

Sơ đồ trên có nguyên lý truyền động tương tự như bộ truyền đai với 1 con lăn chủ động và 3 con lăn bị động. Việc sử dụng nhiều con lăn bị động giúp dễ dàng bố trí cơ cấu căng đai, cơ cấu điều hướng cho máy. Bên cạnh đó, điều này giúp giảm góc ôm của dây đai tại các rulo, điều này giúp giảm căng thẳng cơ học trên dây đai, giảm nguy cơ nứt gãy dây đai, từ đó kéo dài tuổi thọ cho hệ thống.

Cơ cấu căng đai giúp dây đai luôn căng trong quá trình vận hành, dưới đây là các lý do cụ thể tại sao hệ thống này cần thiết:

- Đảm bảo dây đai luôn căng và ổn định, tránh hiện tượng trượt, tránh đai bị lệch hoặc tuột khỏi rulo.
- Tạo áp lực tiếp xúc với bề mặt vật liệu, tăng hiệu quả của quá trình mài.
- Tăng tính an toàn, giúp hệ thống hoạt động ổn định và êm ái hơn đồng thời tránh việc dây đai bị lỏng và tuột ra khỏi các rulo gây nguy hiểm cho con người và thiết bị lân cận.

Trong máy mài đai nhám, cơ cấu căng đai có thể là các cơ cấu như lò xo, cơ cấu căng đai bằng vít, bằng đối trọng hoặc các cơ cấu sinh lực bằng thủy lực, khí nén...

- Cơ cấu căng đai bằng lò xo: lò xo được kết nối với rulo căng đai, nguồn sinh lực chính là lực đàn hồi của lò xo. Cơ cấu này có ưu điểm là đơn giản, dễ lắp đặt cũng như bảo trì và sửa chữa. Tuy nhiên, cơ cấu này có một số tồn tại như: lực

căng có thể không đều nếu chế tạo không chính xác (khi dùng nhiều lò xo), lò xo sau một thời gian sử dụng có thể thay đổi hệ số đàn hồi làm thay đổi lực căng so với thiết kế.

- Cơ cấu căng đai bằng vít: sử dụng vít và đai ốc để điều chỉnh vị trí của rulo căng đai. Cơ cấu này cho phép điều chỉnh lực căng linh hoạt theo nhiều nhu cầu khác nhau. Nhược điểm của cơ cấu này là các thao tác căng đai chủ yếu được thực hiện thủ công, mất thời gian và khó kiểm soát được lực căng đai.
- Cơ cấu căng đai bằng đối trọng: một khối lượng nhất định được gắn vào rulo căng đai, sử dụng khối lượng này để tạo ra lực căng đai. Cơ cấu này cung cấp lực căng đai ổn định và liên tục, độ tin cậy cao nên không yêu cầu bảo trì thường xuyên. Tuy nhiên, cơ cấu này sẽ làm thiết bị trở nên cồng kềnh hơn. Thông thường, cơ cấu này được sử dụng để căng đai cho các băng tải vận chuyển vật liệu với tải trọng trung bình hoặc lớn.
- Cơ cấu căng đai bằng thủy lực hoặc khí nén: nguồn sinh lực chính là thủy lực hoặc khí nén, thông qua các xi lanh được kết nối với rulo căng đai. Ưu điểm của các cơ cấu dạng này là có thể tự động điều chỉnh đai một cách nhanh chóng và chính xác, bên cạnh đó, nó hoạt động ổn định trong môi trường công nghiệp. Tuy nhiên, cơ cấu này yêu cầu các hệ thống thủy lực và khí nén đi kèm. Nhược điểm này có thể khắc phục nếu sử dụng ty thủy lực (*gas spring*), đây là một thiết bị cơ cấu tự động sử dụng khí nén bên trong (thường là nitơ) để tạo ra lực đẩy hoặc kéo, giúp căng dây đai. Thiết bị này có kết cấu nhỏ gọn và không yêu cầu hệ thống thủy lực, khí nén bên ngoài.

Động cơ là thiết bị cung cấp sức mạnh để tạo vận tốc cắt cho hệ thống. Việc tính chọn động cơ phải được thực hiện kỹ càng, đảm bảo đủ công suất cắt gọt cũng như hiệu quả về kinh tế.

Dây đai nhám là loại dụng cụ hạt trên nền mềm, thường bằng giấy hoặc vải. Các hạt mài được liên kết với nhau bằng hỗn hợp chất kết dính. Dây đai nhám thực hiện chức năng loại bỏ kim loại trên bề mặt chi tiết.

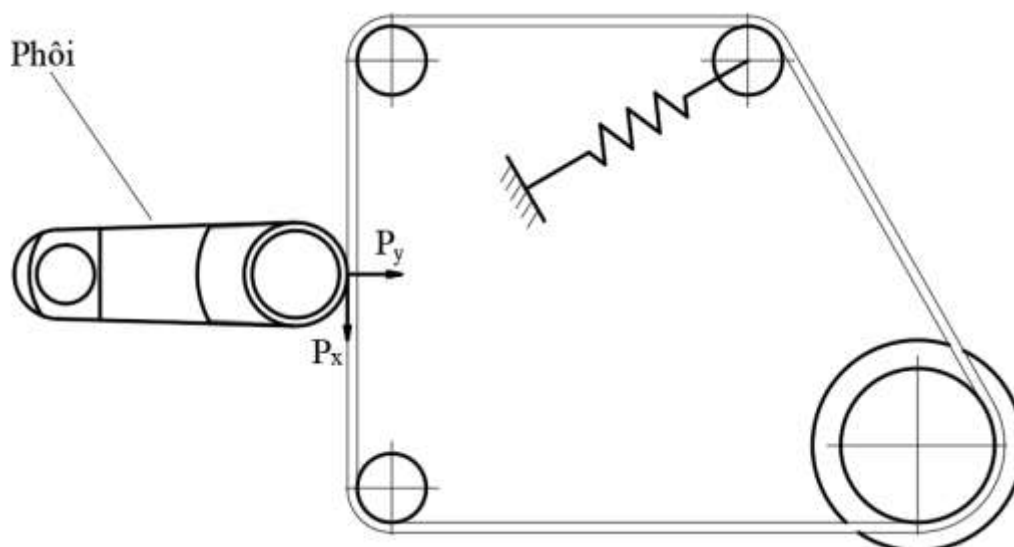
2.2: Tính toán, thiết kế động lực học cho máy mài

2.2.1: Số liệu ban đầu và xử lý số liệu

Nhiệm vụ của phần tính toán, thiết kế động lực học của máy mài bao gồm: tính, chọn động cơ, tính chọn cơ cấu căng đai, tính chọn ổ... Để có thể giải quyết được các vấn đề này, ta cần xác định được các tải trọng tác dụng lên máy mài, ở đây ta chủ yếu xét đến các tải trọng tác dụng lên dây đai nhám. Do khối lượng của đai nhám không đáng kể nên ta có thể bỏ qua, khi đó, tải trọng chủ yếu tác động lên đai nhám chính là lực cắt.

Lực cắt trong quá trình mài sẽ bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như: vật liệu phôi, chế độ cắt, chế độ bôi trơn, làm nguội (nếu có)...

Chu trình mài sẽ có nhiều bề mặt khác nhau, tuy nhiên ở phần này, ta sẽ tính lực cắt khi mài mặt trụ ngoài vì bề mặt này có chiều dài tiếp xúc với đai nhám lớn nên lực cắt sẽ lớn hơn các bề mặt còn lại, do đó các thông số động học của máy mài phải đáp ứng được lực cắt của bề mặt này.



Hình 2.17: Sơ đồ tính lực cắt

Khi mài mặt trụ ngoài bằng máy mài đai nhám, vùng tiếp xúc giữa đai và phôi tạo ra lực cắt và lực cắt này có thể phân tích thành 2 thành phần:

- **Lực pháp tuyến P_y :**

Đây là lực vuông góc với mặt đai mài, chủ yếu gây ra bởi việc ấn phôi vào đai mài.

- **Lực tiếp tuyến P_x**

Đây là lực song song với chiều chuyển động của đai, sinh ra bởi ma sát khi cắt vật liệu.

Lực cắt P_x được tính theo công thức:

$$P_x = K_x \cdot a \cdot b$$

Trong đó:

- K_x : ứng suất cắt riêng của vật liệu (N/mm^2)
- a : chiều sâu cắt (mm)
- b : chiều dài cắt (mm)

Đối với vật liệu cắt là đồng thau, tham khảo tại các tài liệu chuyên ngành,

$$K_x = 1 \div 2; \text{ chọn } K_x = 1,5 \text{ (} N/mm^2 \text{)}$$

$a = 0,3 \text{ mm}$ (theo yêu cầu của khách hàng)

$b = 110 \text{ mm}$

Như vậy, thành phần lực cắt P_x có độ lớn:

$$P_x = K_x \cdot a \cdot b = 1,5 \cdot 0,3 \cdot 110 = 49,5 \text{ (} N \text{)}$$

Lực cắt pháp tuyến P_y sẽ có công thức tính toán phức tạp hơn nhiều so với lực cắt tiếp tuyến P_x , do đó, bằng các phương pháp thực nghiệm, người ta đã đưa ra được tỉ số giữa lực cắt pháp tuyến trên lực cắt tiếp tuyến đối với các vật liệu mềm, mài nhẹ như sau:

$$\frac{P_y}{P_x} = 2 \div 3$$

Như vậy, thành phần lực cắt P_x có độ lớn:

$$P_y = 2P_x = 2 \cdot 49,5 = 99 \text{ (} N \text{)}$$

2.2.2: Tính chọn động cơ

Công suất cắt được tính theo công thức:

$$P = P_x \cdot n$$

Trong đó:

- n: Vận tốc cắt (m/s)

Tham khảo tài liệu “Norton Abrasives Technical Guide”, đối với vật liệu mài như đồng thau, vận tốc cắt khuyến nghị là từ 15 - 25 m/s, chọn $v = 20 \text{ m/s}$.

Khi đó, công suất cắt có độ lớn:

$$P = P_x \cdot n = 49,5 \cdot 20 = 990 \text{ (W)}$$

Công suất của động cơ phải đảm bảo:

$$P_{đc} \geq \frac{P}{\mu}$$

Với μ : hiệu suất của hệ thống, với bộ truyền đai, lấy $\mu = 0,95$

Như vậy :

$$P_{đc} \geq \frac{P}{\mu} = \frac{990}{0,95} = 1042 \text{ (W)}$$

Chọn động cơ có công suất $P = 1,1 \text{ kW}$ để dẫn động cho máy mài làm việc.

** Lựa chọn phương pháp điều chỉnh tốc độ:*

Do các loại động cơ điện thông thường trên thị trường có số vòng quay cố định, do đó sẽ gặp khó khăn trong việc đáp ứng vận tốc đai mài đã chọn. Thêm vào đó, vận tốc cắt được lựa chọn dựa trên các tài liệu chuyên ngành, trên thực tế có thể không đạt được hiệu quả như mong muốn nên cần phải có các biện pháp thay đổi tốc độ động cơ để điều chỉnh vận tốc cắt cho máy mài.

Về cơ bản, có hai cách để thực hiện yêu cầu trên:

- Thay đổi tốc độ thông qua các bộ truyền cơ khí như bộ truyền bánh răng, bộ truyền đai, xích... Cách này yêu cầu thêm các bộ truyền, làm máy mài trở nên phức tạp hơn, khó bảo trì, bảo dưỡng. Đặc biệt, việc sử dụng các bộ truyền cơ khí sẽ có số cấp tốc độ hữu hạn, do đó hạn chế khả năng thay đổi tốc độ.
- Thay đổi tốc độ thông qua biến tần:

Đối với động cơ không đồng bộ ba pha, nếu không xét đến trượt, tốc độ quay của nó được tính theo công thức:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Trong đó:

- n: Tốc độ đồng bộ (vòng/phút)
- f: Tần số nguồn điện (Hz)
- p: Số đôi cực

Như vậy có thể thấy, khi tần số dòng điện thay đổi, vận tốc quay của động cơ sẽ thay đổi theo. Ưu điểm lớn nhất của việc điều chỉnh tốc độ bằng biến tần là khả năng điều chỉnh vô cấp, giúp điều chỉnh tốc độ một cách vô cùng linh hoạt.

Giả sử, vận tốc đai yêu cầu là 20 m/s, nếu bỏ qua việc trượt đai, khi đó tốc độ quay của động cơ là:

$$\begin{aligned} n &= \frac{v}{\pi \cdot D} = \frac{20}{\pi \cdot 0,15} = 42,5(\text{vòng/s}) \\ &= 2548 (\text{vòng/phút}) \end{aligned}$$

2.2.2: Tính chọn cơ cấu căng đai

Cơ cấu căng đai là bộ phận giữ cho đai không bị trượt khi truyền động, đảm bảo lực căng đều và ổn định trong quá trình vận hành của máy mài.

Trong máy mài đai nhám, cơ cấu căng đai có thể là các cơ cấu như lò xo, cơ cấu căng đai bằng vít, bằng đối trọng hoặc các cơ cấu sinh lực bằng thủy lực, khí nén...

- Cơ cấu căng đai bằng lò xo: lò xo được kết nối với rulo căng đai, nguồn sinh lực chính là lực đàn hồi của lò xo. Cơ cấu này có ưu điểm là đơn giản, dễ lắp đặt cũng như bảo trì và sửa chữa. Tuy nhiên, cơ cấu này có một số tồn tại như: lực căng có thể không đều nếu chế tạo không chính xác (khi dùng nhiều lò xo), lò xo sau một thời gian sử dụng có thể thay đổi hệ số đàn hồi làm thay đổi lực căng so với thiết kế.
- Cơ cấu căng đai bằng vít: sử dụng vít và đai ốc để điều chỉnh vị trí của rulo căng đai. Cơ cấu này cho phép điều chỉnh lực căng linh hoạt theo nhiều nhu cầu khác nhau. Nhược điểm của cơ cấu này là các thao tác căng đai chủ yếu được thực hiện thủ công, mất thời gian và khó kiểm soát được lực căng đai.

- Cơ cấu căng đai bằng đối trọng: một khối lượng nhất định được gắn vào rulo căng đai, sử dụng khối lượng này để tạo ra lực căng đai. Cơ cấu này cung cấp lực căng đai ổn định và liên tục, độ tin cậy cao nên không yêu cầu bảo trì thường xuyên. Tuy nhiên, cơ cấu này sẽ làm thiết bị trở nên cồng kềnh hơn. Thông thường, cơ cấu này được sử dụng để căng đai cho các băng tải vận chuyển vật liệu với tải trọng trung bình hoặc lớn.
- Cơ cấu căng đai bằng thủy lực hoặc khí nén: nguồn sinh lực chính là thủy lực hoặc khí nén, thông qua các xi lanh được kết nối với rulo căng đai. Ưu điểm của các cơ cấu dạng này là có thể tự động điều chỉnh đai một cách nhanh chóng và chính xác, bên cạnh đó, nó hoạt động ổn định trong môi trường công nghiệp. Tuy nhiên, cơ cấu này yêu cầu các hệ thống thủy lực và khí nén đi kèm. Nhược điểm này có thể khắc phục nếu sử dụng ty thủy lực (*gas spring*), đây là một thiết bị cơ cấu tự động sử dụng khí nén bên trong (thường là nitơ) để tạo ra lực đẩy hoặc kéo, giúp căng dây đai. Thiết bị này có kết cấu nhỏ gọn và không yêu cầu hệ thống thủy lực, khí nén bên ngoài.

* *Tính lực căng đai cần thiết:*

Các dữ liệu ban đầu:

- $P_x = 49,5 \text{ N}$
- $P_y = 99 \text{ N}$
- Góc ôm rulo dẫn lấy sơ bộ $\theta = 135^\circ = 2\pi/3$
- Hệ số ma sát $\mu = 0,3$

Lực căng đai trên nhánh căng và nhánh chùng phải đảm bảo yêu cầu:

$$T_1 - T_2 \geq \frac{P_x}{\eta}$$

Trong đó:

- T_1 và T_2 : lực căng trên nhánh căng và nhánh chùng của đai mài
- $\eta = 0,95$: hiệu suất truyền dẫn

Trong truyền động đai, lực truyền từ puly này sang puly kia thông qua ma sát giữa đai và puly. Để không trượt, bộ truyền phải thỏa mãn phương trình Eytelwein:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

$$\Rightarrow T_1 = T_2 \cdot e^{\mu\theta}$$

Mặt khác:

$$T_1 - T_2 \geq \frac{P_x}{\eta} = \frac{49,5}{0,95} = 52,1 \text{ (N)}$$

$$\Rightarrow T_2(e^{\mu\theta} - 1) \geq 52,1$$

$$\Rightarrow T_2 \geq \frac{52,1}{e^{\mu\theta} - 1} = \frac{52,1}{e^{0,3 \cdot \frac{2\pi}{3}} - 1}$$
$$= 59,6 \text{ (N)}$$

$$T_1 = T_2 \cdot e^{\mu\theta} = 59,6 \cdot e^{0,3 \cdot \frac{2\pi}{3}}$$
$$= 111,6 \text{ (N)}$$

Như vậy, lực căng tối thiểu $T_{\min} = 111,6 \text{ N}$. Lực căng này có giá trị không quá lớn, kết hợp với việc phân tích, so sánh các cơ cấu căng đai ở trước đó, ta chọn cơ cấu căng đai là ty thủy lực, đây là cơ cấu có lực căng vừa phải, kích thước nhỏ gọn, có khả năng làm việc ổn định trong thời gian dài mà không cần điều chỉnh.

Chọn ty thủy lực với lực đẩy $T = 120 \text{ N}$.



Hình 2.18: Ty thủy lực (gas spring)

2.2.2: Tính chọn ổ bi

Do lực tác dụng lên đai không quá lớn nên ta chỉ cần chọn các ổ bi có khả năng chịu lực nhẹ, ưu tiên các loại ổ đi kèm vỏ bên ngoài để dễ dàng lắp ráp lên máy mà không cần chế tạo thêm các cơ cấu khác để gá đặt ổ bi lên máy.

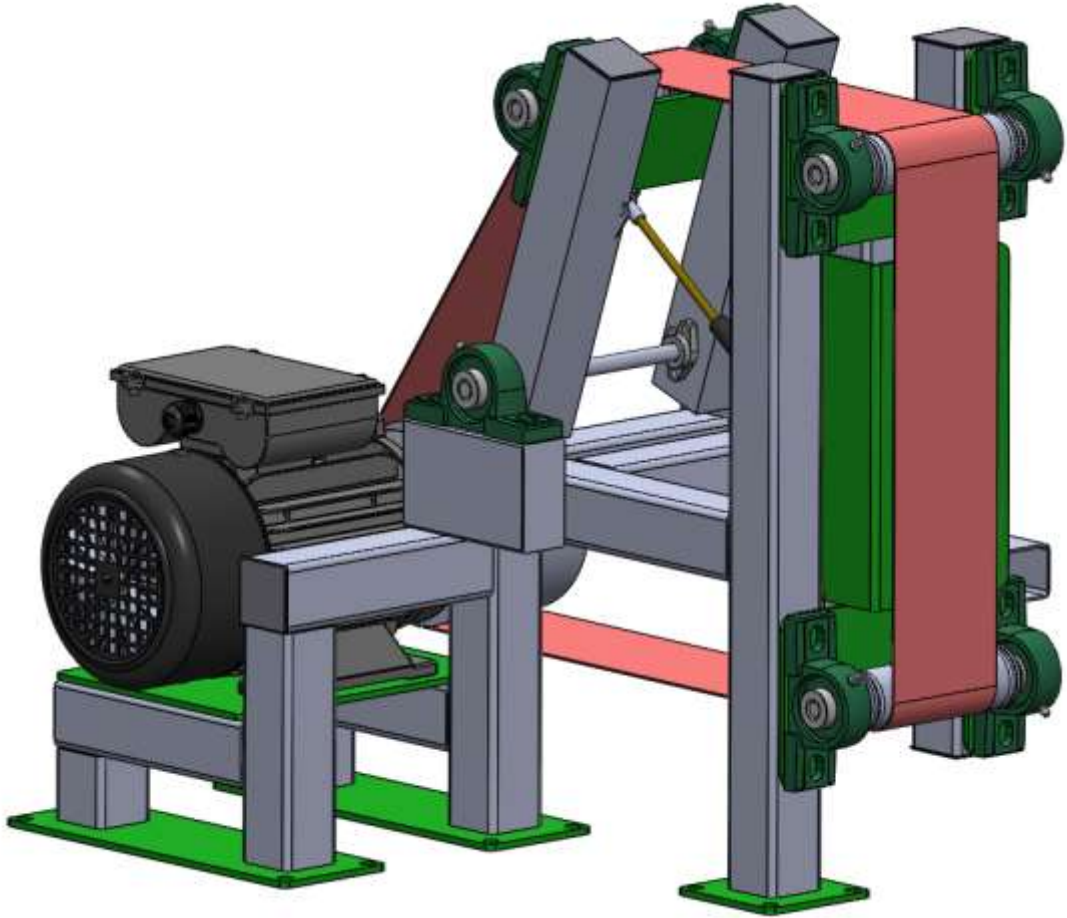
Tham khảo các nhà phân phối trên thị trường, ta chọn ổ bi có mã UCP201



Hình 2.19: Ổ bi UCP201

Bảng 2-1: Các thông số cơ bản của ổ bi UCP201

Unit, Type	Bearing unit
Shaft Bore Dia. d	12
Bearing Inner Dia. Shape	Cylindrical Bore Set Screw
Rolling Element Material	-
Surface Treatment	No
Basic Load Rating: Static Load	6650
Bearing Unit, Type	Pillow Type
Unit Body Material	[Cast Iron] Cast Iron
Type of Pillow Blocks	Standard
Mounting Height H	30.2
Basic Load Rating: Dynamic Load	12800
Cover Type	No



Hình 2.20: Thiết kế máy mài trong SolidWorks

CHƯƠNG III

THIẾT KẾ CƠ CẤU ĐỊNH VỊ VÀ KẸP CHẶT PHÔI KHI GIA CÔNG

3.1: Xác định phương pháp định vị và kẹp chặt phôi

3.1.1: Yêu cầu, chức năng của cơ cấu định vị và kẹp chặt phôi

a, Yêu cầu

Trong quá trình gia công, đặc biệt là trong các hệ thống sản xuất tự động, cơ cấu định vị và kẹp chặt phôi đóng vai trò rất quan trọng để đảm bảo độ chính xác, năng suất và độ an toàn. Một số yêu cầu đối với cơ cấu này:

- Định vị chính xác, đảm bảo vị trí tương quan giữa các bề mặt gia công và dụng cụ cắt.
- Lực kẹp đủ chặt nhưng cũng không được quá lớn làm biến dạng phôi.
- Kẹp chặt nhanh chóng và tự động, loại bỏ các thao tác cần thiết của con người trong quá trình định vị và kẹp chặt phôi.
- Độ tin cậy cao, đảm bảo an toàn cho con người và thiết bị.
- Ưu tiên các cơ cấu nhỏ gọn, có sẵn hoặc dễ dàng chế tạo.
- Tuổi thọ cao và dễ dàng bảo trì và sửa chữa.

b, Chức năng

- Đảm bảo vị trí tương quan giữa các bề mặt gia công và dụng cụ cắt.
- Giữ chặt phôi trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt.
- Đảm bảo quá trình lặp lại chính xác khi gá đặt nhiều phôi.

3.1.2: Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế

Do phải gia công toàn bộ bề mặt ngoài của vôi nước để chuẩn bị cho quá trình mạ nên bề mặt định vị sẽ là bề mặt trụ trong của phôi. Bề mặt này cùng với một số bề mặt lắp ghép phía trong sẽ được gia công trước khi đem đi mài và xử lý bề mặt. Khi định vị bằng mặt trụ trong, đặc biệt là trong các hệ thống sản xuất tự động, người ta thường nghĩ tới các cơ cấu tự định tâm (*self-centering mechanism*), đây là những cơ cấu có khả năng tự động điều chỉnh để giữ chặt chi tiết gia công sao cho tâm của chi tiết trùng với đường tâm của bản thân nó, giúp đảm bảo độ chính xác khi gia công. Dưới đây là một số cơ cấu tự định tâm mặt trụ trong thông dụng trong lĩnh vực Cơ khí chế tạo:

* *Mâm cặp 3 chấu tự định tâm:*



Hình 3.1: Mâm cặp ba chấu

Mâm cặp ba chấu tự định tâm là một loại đồ gá rất phổ biến trên máy cắt kim loại, thiết bị này sử dụng nguyên lý định tâm bằng các đường cong Acsimet. Để tăng mức độ tự động hóa cho loại đồ gá này, ngày nay, người ta sử dụng mâm cặp có nguồn sinh lực bằng thủy lực hoặc khí nén cho phép tự động hóa quá trình định vị và kẹp chặt.

* *Ống kẹp đàn hồi:*



Hình 3.2: Ống kẹp đàn hồi

Trong các cơ cấu kể trên, mâm cặp 3 chấu thủy lực hoặc khí nén và ống kẹp đàn hồi là những cơ cấu định vị và kẹp chặt mặt trụ trong, có khả năng tự động hóa cao, phù hợp với các yêu cầu đã được phân tích ở phần trước. Dưới đây là một số phân tích, so sánh giữa 3 cơ cấu này:

Bảng 3-1: Bảng so sánh các cơ cấu tự định tâm mặt trụ trong thường dùng

Tiêu chí	Mâm cặp thủy lực	Mâm cặp khí nén	Ống kẹp đàn hồi
Nguyên lý hoạt động	Dùng dầu thủy lực để đóng/mở chấu	Dùng khí nén để đóng/mở chấu	Dùng lực đàn hồi của ống kẹp
Khả năng tự định tâm	Tốt	Tốt	Tốt
Lực kẹp	Lớn	Vừa	Vừa
Độ chính xác	Cao	Cao	Rất cao
Tốc độ gá đặt	Nhanh	Rất nhanh	Nhanh
Tính linh hoạt	Cao	Cao	Thấp (phải thay ống kẹp cho mỗi khoảng kích thước)
Chi phí đầu tư	Cao	Trung bình	Thấp
Khả năng tự động hóa	Rất cao	Rất cao	Cao (nếu dùng các cơ cấu sinh lực tự động)
Phạm vi ứng dụng	Gia công các chi tiết từ nhỏ đến lớn với lực kẹp yêu cầu lớn	Gia công các chi tiết từ nhỏ đến lớn với lực kẹp yêu cầu nhỏ	Kẹp các chi tiết nhỏ, trung bình

Sau khi so sánh các cơ cấu trên, cùng với các yêu cầu đối với cơ cấu định vị và kẹp chặt đã đề ra, nhận thấy rằng mâm cặp thủy lực sẽ phù hợp để gia công các chi tiết lớn, cần lực kẹp lớn; mâm cặp khí nén phù hợp để gá đặt các chi tiết vừa và nhỏ trong các dây chuyền tự động có tốc độ nhanh; trong khi đó, ống kẹp đàn hồi là lựa chọn lý tưởng khi gá đặt các chi tiết nhỏ với độ đồng tâm cao. Từ những phân tích trên, ta chọn ống kẹp đàn hồi làm phương án thiết kế sơ bộ.

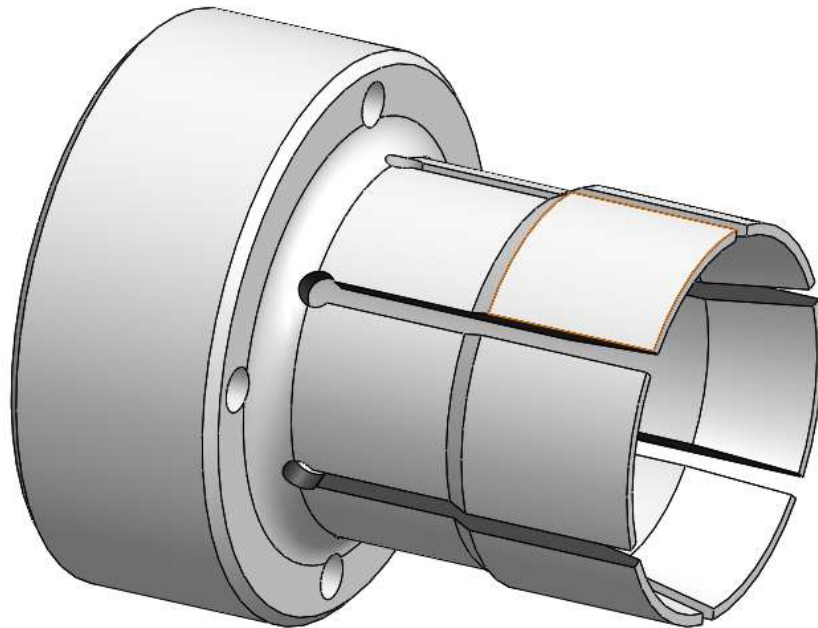
3.2: Thiết kế sơ bộ

Sau khi lựa chọn được phương án thiết kế, ta tiến hành thiết kế sơ bộ trên các phần mềm 3D CAD, điều này giúp người thiết kế dễ dàng hình dung và phát hiện sớm các vấn đề không mong muốn trong thiết kế của mình. Về cơ bản, cơ cấu kẹp sẽ gồm các bộ phận chính:

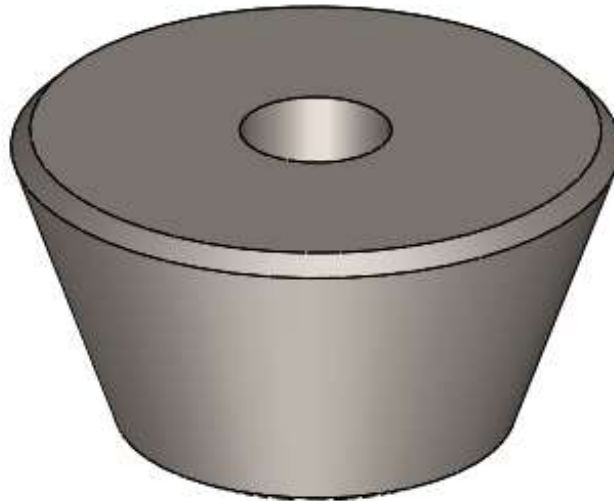
- Ống kẹp đàn hồi, vật liệu 65Mn
- Côn rút, vật liệu C45
- Bộ phận sinh lực: xilanh khí nén
- Các bộ phận khác

Trong quá trình thiết kế, ta có thể tham khảo các sản phẩm có mục đích tương tự để giúp việc thiết kế trở nên thuận lợi hơn.

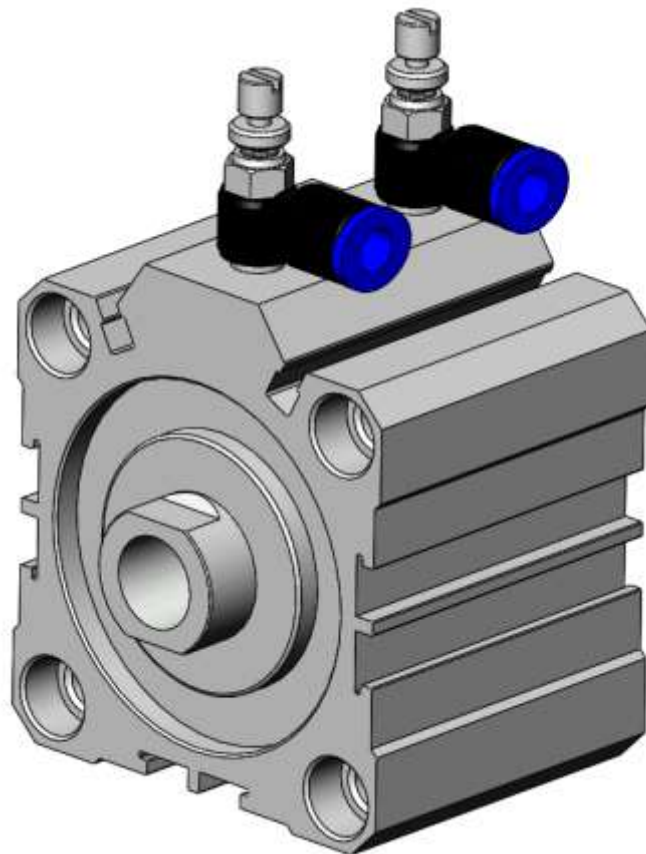
Đối với cơ cấu kẹp này, ta có thể sử dụng phần mềm SolidWorks, một phần mềm thiết kế và mô phỏng mạnh mẽ, được nhiều nhà thiết kế tin dùng.



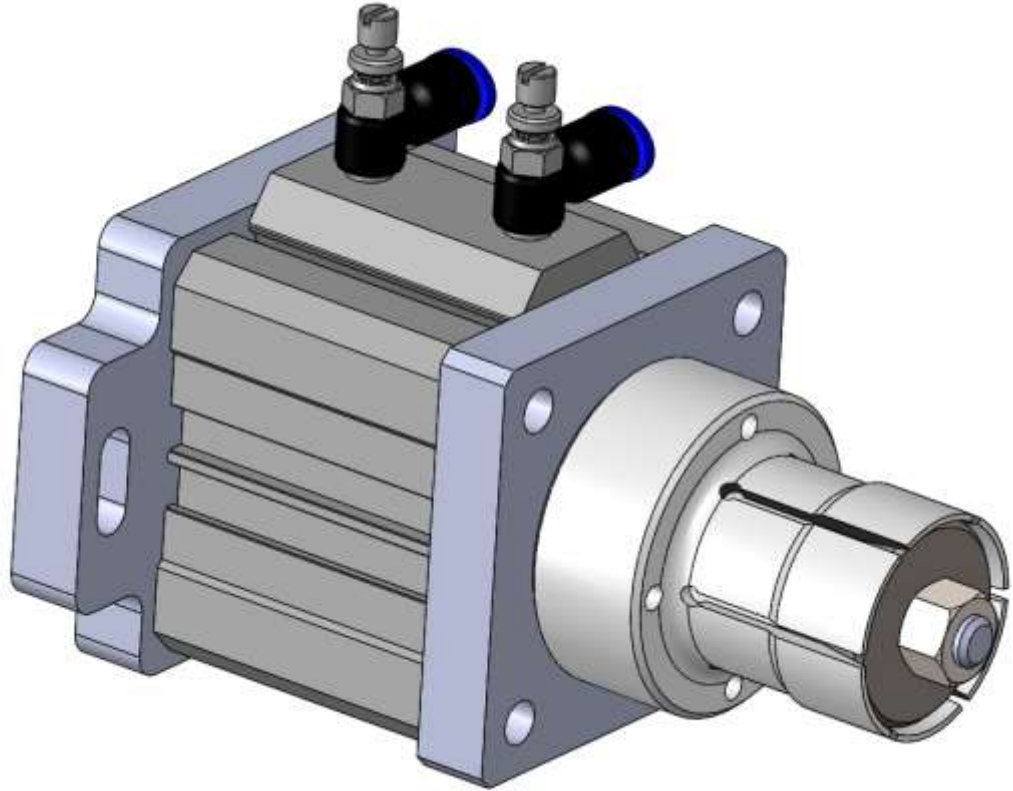
Hình 3.3: Chi tiết ống kẹp



Hình 3.4: Chi tiết côn rút



Hình 3.5: Xilanh khí nén



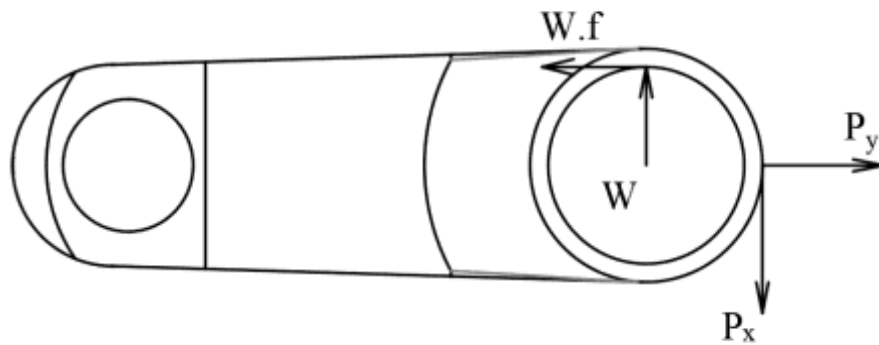
Hình 3.5: Lắp ráp cơ cấu kẹp phôi

3.3: Tính, chọn xilanh cho cơ cấu kẹp

Sau khi thiết kế sơ bộ, ta cần lựa chọn xilanh cho cơ cấu kẹp phôi dựa trên các yêu cầu sau:

- Lực kẹp vừa đủ để giữ chặt phôi trong quá trình gia công, đồng thời không quá lớn, làm biến dạng phôi
- Chi phí tối ưu
- Dễ dàng kết nối, lắp ghép cơ cấu sinh lực với côn rút và ống kẹp.

Để có thể lựa chọn được xilanh phù hợp, ta cần tính lực kéo hướng trục cần thiết để làm bung ống kẹp và kẹp chặt chi tiết. Lực kẹp cần thiết phải đảm bảo chống xoay và chống tịnh tiến cho phôi trong quá trình gia công.



Hình 3.6: Sơ đồ tính lực kẹp

Để dễ dàng tính toán, ta quy lực kẹp trên 6 rãnh của ống kẹp về một lực kẹp W . Khi đó, để có thể gia công theo yêu cầu, lực kẹp phải đủ để chống lại momen quay do lực cắt P_x tạo ra.

Ta có phương trình cân bằng momen:

$$W_{\Sigma} \cdot f \cdot R_{trong} \geq K \cdot P_x \cdot R_{ngoài}$$
$$\Rightarrow W_{\Sigma} \geq \frac{K \cdot P_x \cdot R_{ngoài}}{f \cdot R_{trong}}$$

Trong đó:

W_{Σ} : tổng lực kẹp (N)

f : hệ số ma sát, ($f = 0,35 \div 0,5$)

P_x : thành phần lực tiếp tuyến (N)

K: hệ số an toàn, $K = k_0.k_1.k_2.k_3.k_4.k_5.k_6$

với, k_0 : hệ số an toàn chung

k_1 : hệ số kể đến lượng dư không đều

k_2 : hệ số xét đến dụng cụ cắt cùn làm lực cắt tăng

k_3 : hệ số xét đến vì cắt không liên tục nên lực cắt tăng

k_4 : hệ số xét đến nguồn sinh lực không ổn định

k_5 : hệ số kể đến vị trí tay quay của cơ cấu kẹp thuận tiện hay không

k_6 : hệ số kể đến momen làm lật phôi quanh điểm tựa

Giá trị của các hệ số này tra trong *Trang bị công nghệ* [4].

$$K = k_0.k_1.k_2.k_3.k_4.k_5.k_6 = 1,5.1,2.1,3.1,2.1,0.1,0 = 2,808$$

Như vậy, lực kẹp cần thiết đối với cơ cấu kẹp là:

$$W_{\Sigma} \geq \frac{K \cdot P_x \cdot R_{ngoài}}{f \cdot R_{trong}} = \frac{2,808.49,5.44}{0,5.40} = 305,8 \text{ (N)}$$

Ta lại có, công thức tính lực kẹp đối với ống kẹp đàn hồi:

$$W_{\Sigma} = \frac{Q}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_1\right)} - \frac{3 \cdot E \cdot J}{L^3} \cdot f$$
$$\Rightarrow Q = \left(W_{\Sigma} + \frac{3 \cdot E \cdot J}{L^3} \cdot f\right) \left(\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_1\right)\right)$$

Trong đó:

Q: lực kéo hướng trục (N)

W_{Σ} : lực kẹp (N)

φ_1 : góc ma sát giữa ống kẹp với côn rút

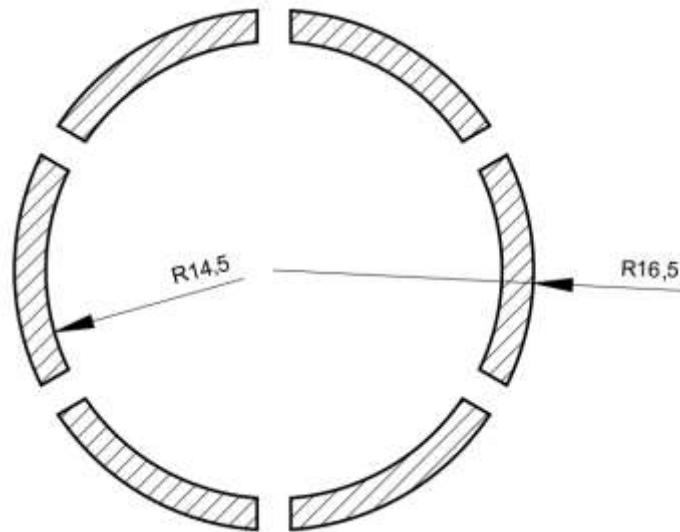
α : góc côn của ống kẹp; $\alpha = 23^\circ$

E: modun đàn hồi của vật liệu làm ống kẹp; $E = 200\text{GPa}$

L: chiều dài phần xẻ rãnh của ống kẹp; $L = 34\text{mm}$

J: tổng momen quán tính của 6 tiết diện rãnh của ống kẹp

f: lượng biến dạng của mỗi rãnh kẹp; f = 2mm



Hình 3.7: Mặt cắt ngang của ống kẹp

Phần tiết diện bị cắt rãnh có dạng hình vành khăn, tuy nhiên do có kích thước nhỏ nên ta có thể coi nó là một hình chữ nhật để thuận lợi cho việc tính momen quán tính.

Khi đó, tổng momen quán tính của sáu mảnh hình máng có thể được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} J &= J_{R16,5} - J_{R14,5} - 6J_{rãnh} \\ &= \frac{\pi R_{ngoài}^4}{4} - \frac{\pi R_{trong}^4}{4} - \frac{b \cdot h^3}{12} \\ &= \frac{\pi \cdot 16,5^4}{4} - \frac{\pi \cdot 14,5^4}{4} - \frac{2 \cdot 2^3}{12} \\ &= 47,3 \text{ (mm}^4\text{)} \end{aligned}$$

Ta có hệ số ma sát giữa ống kẹp và phôi (thép – thép):

$$f_1 = \operatorname{tg}\varphi_1 = 0,5 \Rightarrow \varphi_1 = \operatorname{arctg} 0,5 = 26,57^\circ$$

Thay các giá trị trên vào công thức tính lực kéo hướng trục ta được:

$$\begin{aligned} Q &= \left(W_\Sigma + \frac{3 \cdot E \cdot J}{L^3} \cdot f \right) \left(\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_1 \right) \right) \\ &= \left(305,8 + \frac{3 \cdot 200000 \cdot 47,3}{34^3} \cdot 2 \right) \left(\operatorname{tg} \left(\frac{23}{2} + 26,57 \right) \right) \end{aligned}$$

$$= 1370,64 (N)$$

Chọn xilanh khí nén có mã ACQ50x20.



Hình 3.8: Xilanh khí nén ACQ50x20

Bảng 3-2: Thông số kỹ thuật của xilanh ACQ50x20

Đường kính trong xilanh, D_1 (mm)	50
Đường kính trục piston, D_2 (mm)	20
Hành trình làm việc (mm)	20
Áp suất vận hành lý tưởng (MPa)	0,15 – 1,0
Tốc độ hành trình xilanh (mm/s)	30 – 800
Môi chất	khí
Nhiệt độ làm việc lý tưởng (°C)	20 - 70

Với các thông số nêu trên, lực kéo tối đa của xilanh ACQ50x20 sẽ được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} F_{kéo} &= A \cdot P = \left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} \right) P_{max} \\ &= \left(\frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,02^2}{4} \right) 1 \cdot 10^6 \\ &= 1648,5 (N) \end{aligned}$$

Giá trị lực kéo tối đa của xilanh ACQ50x20 lớn hơn giá trị lực kéo hướng trục mà ta đã tính trước đó nên xilanh này đáp ứng yêu cầu về mặt lực kéo yêu cầu đối với cơ cấu kẹp đang thiết kế.

3.4: Phân tích, mô phỏng chuyển vị, ứng suất của cơ cấu kẹp

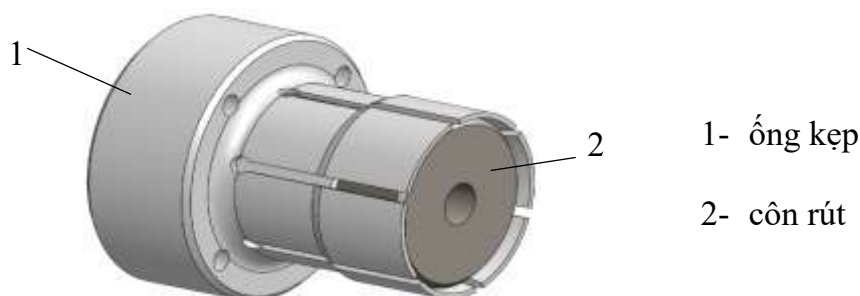
Việc tính toán ứng suất, chuyển vị, kiểm nghiệm bền đối với chi tiết ống kẹp này sẽ tương đối khó khăn và mất nhiều thời gian. Khi đó, ta có thể nghĩ tới việc phân tích các thông số này thông qua các phần mềm CAE (*Computer-Aided Engineering*) như Abaqus, SolidWorks, ANSYS... phương pháp này mang lại nhiều lợi ích vượt trội so với các phương pháp truyền thống (phân tích bằng tay, mô hình lý thuyết đơn giản, hoặc thử nghiệm vật lý). Dưới đây là một số lợi ích chính:

- Tiết kiệm thời gian và chi phí: các phương pháp truyền thống thường yêu cầu nhiều thử nghiệm thực tế, tốn nhiều vật tư và mẫu thí nghiệm. Trái lại, các phần mềm CAE cho phép phân tích mà không cần tạo mẫu vật lý, do đó tiết kiệm thời gian và chi phí.
- Phân tích chính xác, độ tin cậy cao: các phần mềm CAE sử dụng các phương pháp phân tử hữu hạn, có thể phân tích với độ chính xác cao, bên cạnh đó còn có thang đo bằng màu sắc giúp quan sát một cách trực quan hơn.
- Khả năng mô phỏng kèm các điều kiện làm việc phức tạp như tải trọng động, nhiệt độ thay đổi, ma sát...
- Dễ dàng tối ưu hóa kết cấu của chi tiết trước khi đưa vào sản xuất, gia công.

Ở đây ta lựa chọn phần mềm SolidWorks để tiến hành phân tích.

* Bước 1: Chuẩn bị mô hình 3D trên phần mềm

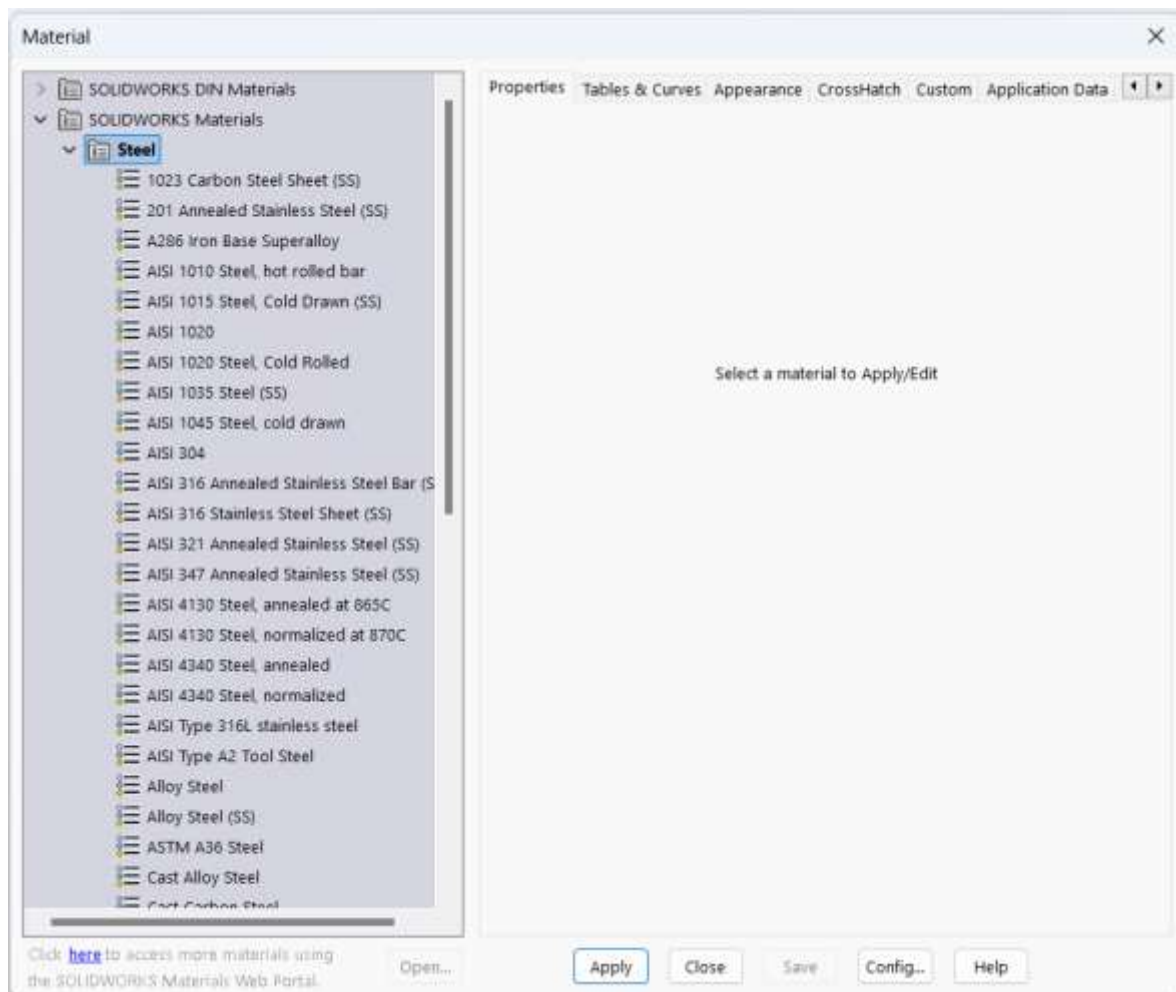
Tạo một mô hình lắp ráp (Assembly) gồm 2 phần ống kẹp và côn rút trên phần mềm SolidWorks.



Hình 3.9: Chuẩn bị mô hình 3D

** Bước 2: Gán vật liệu cho các chi tiết*

Trong môi trường **Assembly**, tại **Feature Manager Design Tree** phía bên trái màn hình, kích chuột phải vào phần **Material**, chọn **Edit Material**. Tại cửa sổ **Material**, ta có thể lựa chọn các vật liệu có sẵn trong thư viện SolidWorks hoặc có thể tự tạo vật liệu mới bằng cách vào thư mục **Custom_Material** rồi nhập các thông số của vật liệu vào.



Hình 3.10: Cửa sổ Material trên SolidWorks

Nếu tự tạo vật liệu mới, đối với ống kẹp có vật liệu là 65Mn, ta cần nhập các thông số sau trong phần **Properties**:

Bảng 3-3: Các thông số kỹ thuật của mác thép 65M5

Mác thép: 65Mn				
Elastic modulus	Yield strength	Tensile strength	Poisson ratio	Density
210 GPa	885 MPa	1350 MPa	0,28	7,85 g/cm ³

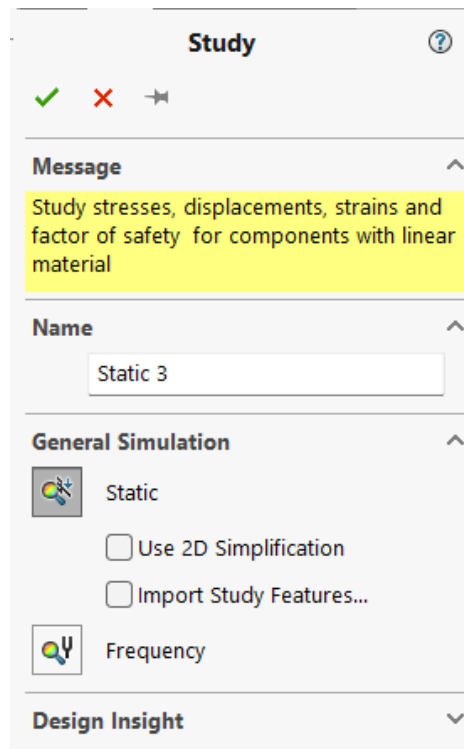
Đối với côn rút vật liệu là C45, ta cần nhập các thông số sau:

Bảng 3-4: Các thông số kỹ thuật của mác thép C45

Mác thép: C45				
Elastic modulus	Yield strength	Tensile strength	Poisson ratio	Density
205 GPa	450 MPa	625 MPa	0,29	7,85 g/cm ³

* Bước 3: Tạo Study trong SolidWorks Simulation

Tại phần **Simulation**, ta chọn vào **New Study** ở góc trên bên trái màn hình, trong phần **General Simulation** ta chọn **Static** để phân tích ứng suất và biến dạng của ống kẹp.

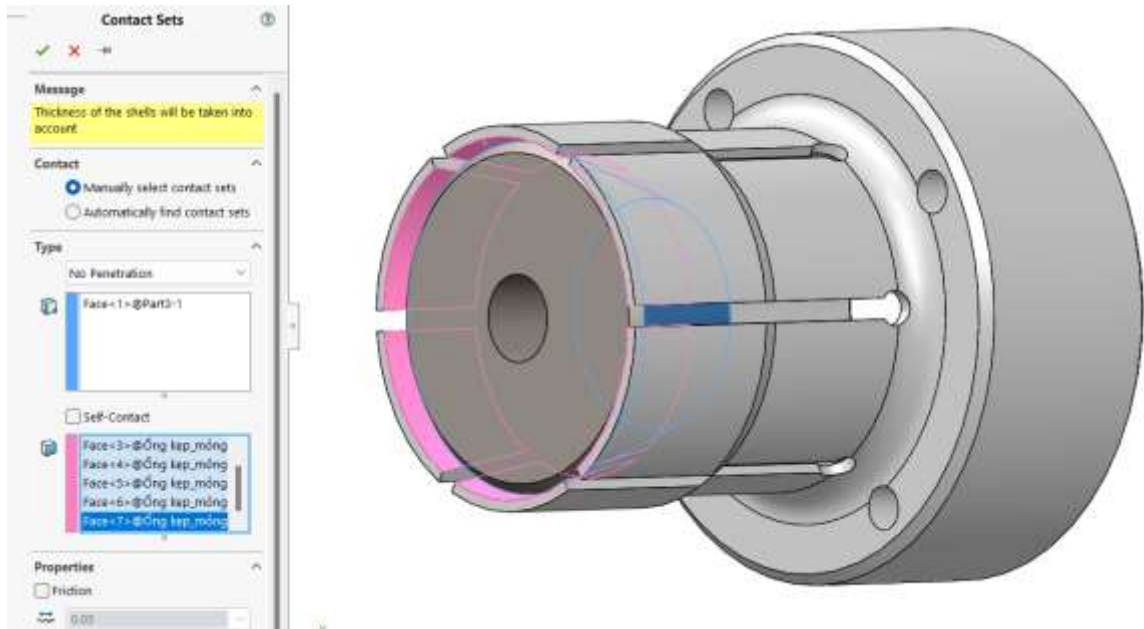


Hình 3.11: Cửa sổ Study trên Simulation SolidWorks

Ngoài mô phỏng với tải trọng tĩnh (*Static*), SolidWorks còn hỗ trợ mô phỏng với tải trọng động (*Dynamic*), mô phỏng kèm sự thay đổi nhiệt độ (*Thermal*), mô phỏng phi tuyến tính (*Nonlinear*) cùng nhiều chức năng mô phỏng nâng cao khác.

** Bước 4: Thiết lập tiếp xúc (Contact Sets) giữa các chi tiết*

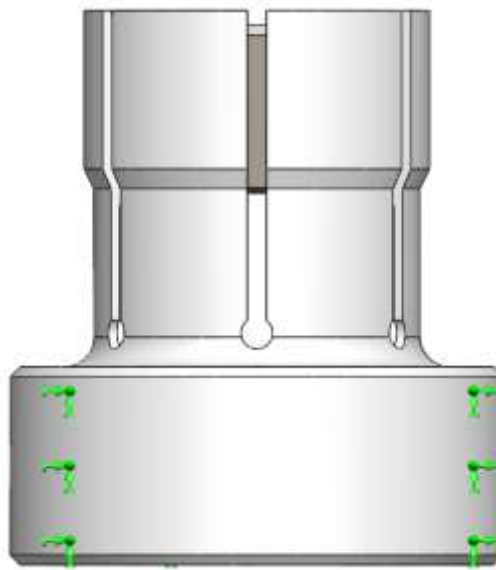
Tại **Feature Manager Design Tree**, bấm chuột phải vào phần **Connections** rồi chọn **Contact Sets**. Trong cửa sổ **Contact Sets**, tại phần **Type**, chọn **No Penetration**, sau đó chọn phần côn của ống kẹp và côn rút để thiết lập tiếp xúc giữa các bề mặt này.



Hình 3.12: Thiết lập tiếp xúc (Contact Sets) giữa các bề mặt

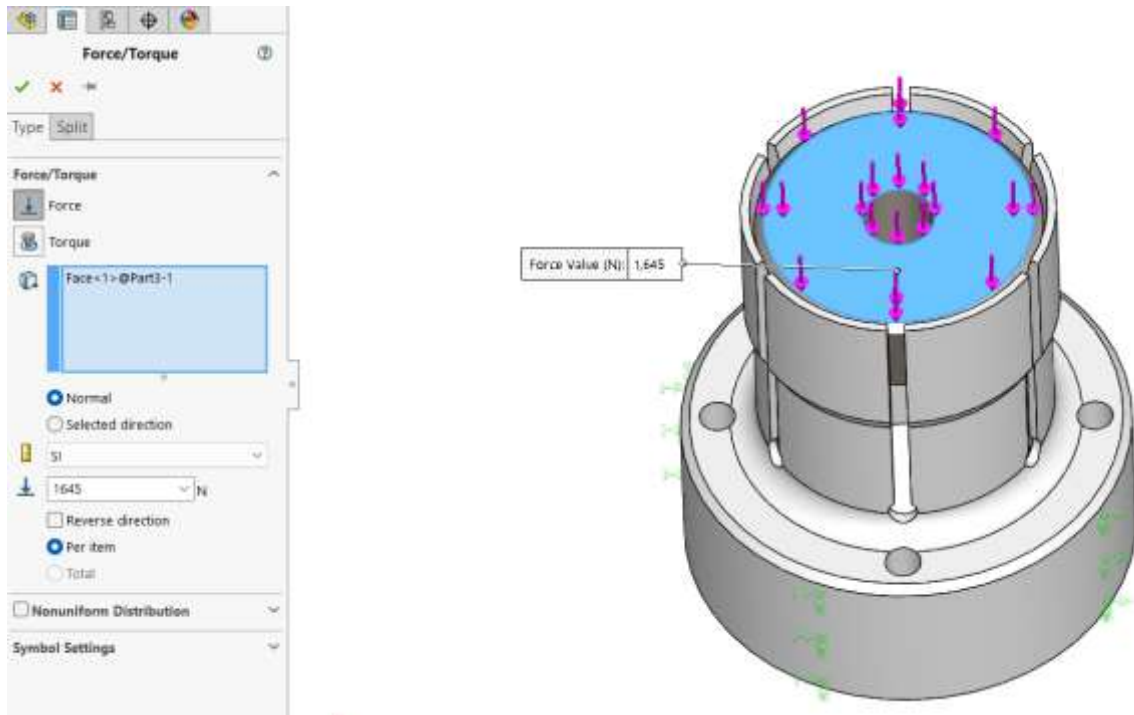
** Bước 5: Gán điều kiện biên và tải trọng*

Để gán điều kiện biên cho mô hình, tại **Feature Manager Design Tree**, ấn chuột phải vào phần **Fixtures** rồi chọn **Fixed Geometry** sau đó chọn mặt đáy hoặc mặt trụ không xẻ rãnh của ống kẹp để cố định mặt này lại.



Hình 3.13: Gán điều kiện biên cho chi tiết ống kẹp

Tương tự, để gán tải trọng cho côn rút, ta ấn chuột phải vào phần **External Loads** trong **Feature Manager Design Tree**, sau đó chọn **Force**, chọn điểm đặt lực nằm trên mặt đầu của chi tiết, sau đó nhập độ lớn lực vào, theo kết quả tính toán ở phần tính chọn xanh, lực kéo do xi lanh ACQ50x20 sinh ra là 1645 N hoặc chọn Pressure rồi nhập áp lực 2 N/mm².



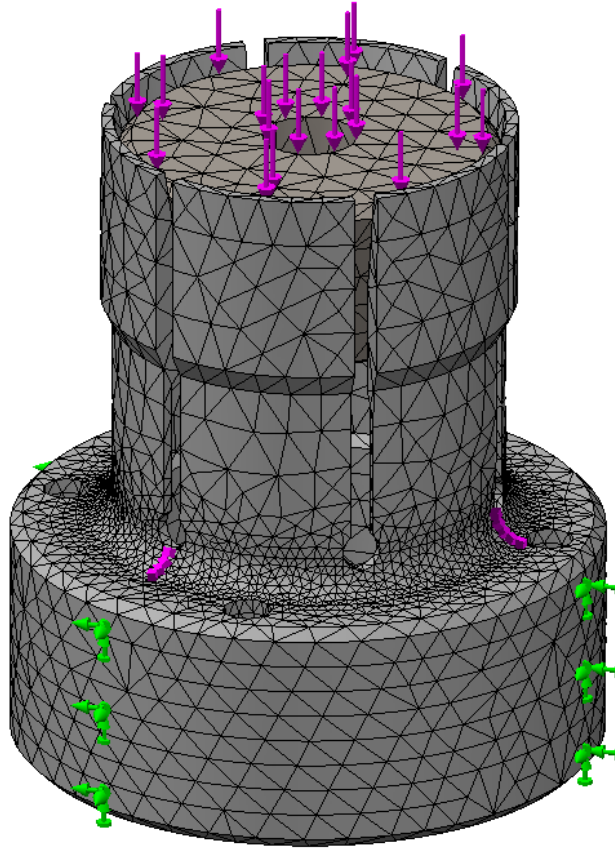
Hình 3.14: Gán tải trọng cho côn kẹp

** Bước 6: Thiết lập lưới (Mesh) cho các chi tiết*

Các phần mềm CAE sử dụng các thuật toán phần tử hữu hạn để mô phỏng, tính toán và phân tích. Do đó cần tạo Mesh để chia nhỏ các chi tiết thành nhiều phần tử tiêu chuẩn như khối tứ diện, lập phương... Kết quả của quá trình mô phỏng sẽ càng chính xác khi số lượng phần tử càng lớn, tuy nhiên điều này cũng làm quá trình phân tích mất nhiều thời gian và tài nguyên của máy tính hơn. Đối với mô hình trên, để tối ưu, ta có thể chia lưới với kích thước lớn sau đó chia lưới nhỏ (Fine Mesh) tại các vùng có sự thay đổi diện tích tiết diện, các vùng bị cắt rãnh vì đây là những vùng dễ tập trung ứng suất.

Để tiến hành chia lưới cho mô hình, ta ấn chuột phải vào **Mesh**, chọn **Create Mesh**, sau đó chọn kích thước phần tử phù hợp và ấn **Done**.

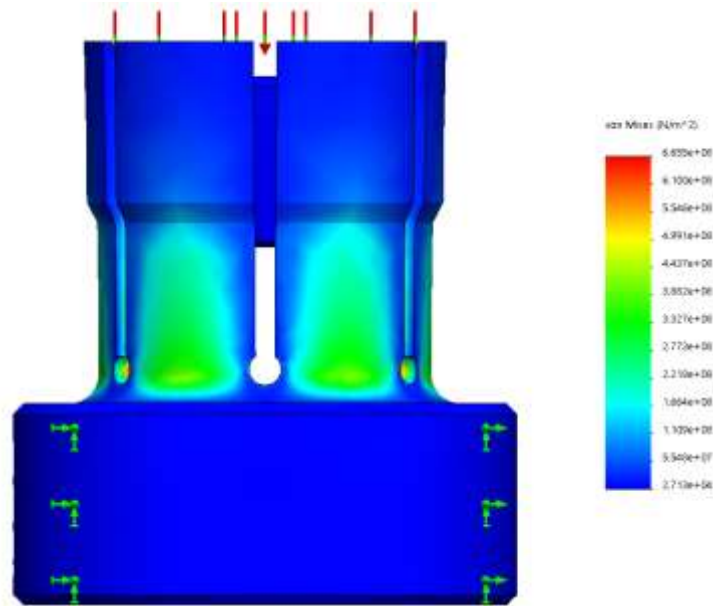
Để Mesh mịn cho các khu vực dễ tập trung ứng suất, ta nhấn chuột phải vào **Mesh**, chọn **Apply Mesh Control** rồi chọn các vùng mong muốn, sau đó chọn kích thước phần tử phù hợp và ấn **Done**.



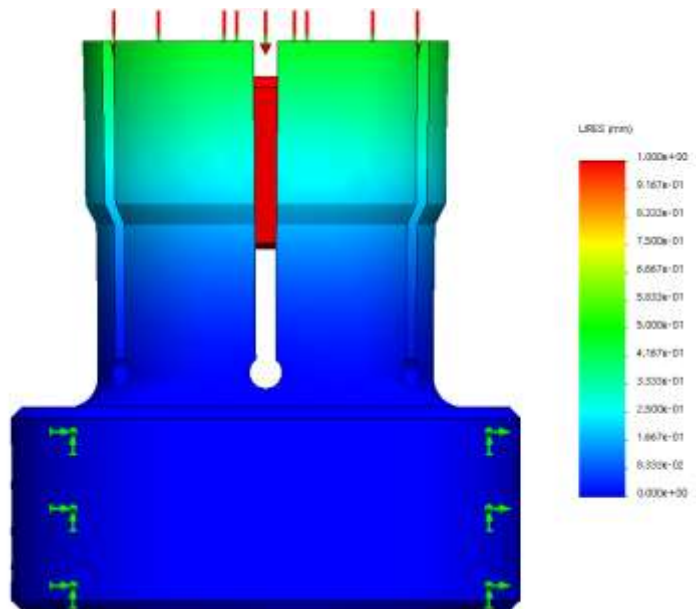
Hình 3.15: Chia lưới cho các chi tiết

** Bước 7: Chạy mô phỏng*

Sau khi hoàn thành xong các bước trên, ấn vào Run this Study để tiến hành mô phỏng. Kết quả Stress1 (-vonMises-) chính là kết quả phân tích ứng suất của mô hình, kết quả Displacement1 (-Res disp-) chính là kết quả phân tích chuyển vị của chi tiết.



Hình 3.16: Kết quả phân tích ứng suất



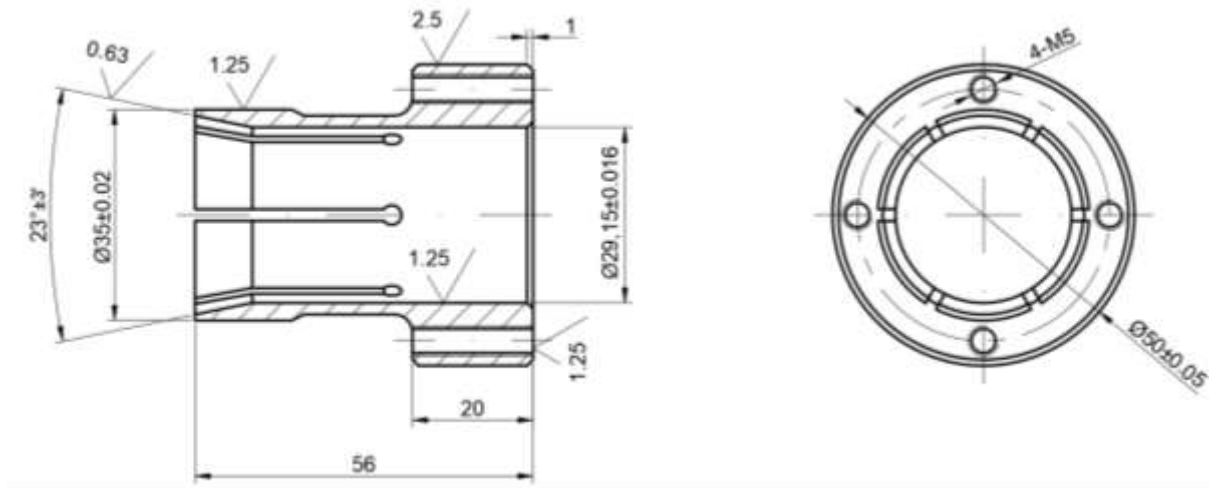
Hình 3.17: Kết quả phân tích chuyển vị

Kết luận: Ứng suất lớn nhất trên chi tiết ống kẹp là:

$$\sigma_{ch_max} = 665 \text{ MPa} < \sigma_{ch_{65Mn}} = 885 \text{ MPa}$$

Như vậy ứng suất trên chi tiết nhỏ hơn giới hạn chảy của vật liệu, vì vậy, biến dạng của chi tiết là biến dạng đàn hồi, tức là chi tiết sẽ trở về vị trí ban đầu sau khi thôi tác dụng ngoại lực. Ngược lại, nếu ứng suất trên chi tiết lớn hơn giới hạn chảy của vật liệu, chi tiết sẽ chuyển qua biến dạng dẻo, khi ứng suất vượt qua giới hạn bền của vật liệu, chi tiết sẽ bị phá hủy.

3.5: Thiết kế quy trình công nghệ chế tạo ống kẹp phôi



Hình 3.18: Ống kẹp xẻ rãnh

3.5.1: Chọn vật liệu phôi

Để chọn được vật liệu phù hợp của phôi, ta cần xác định được các yêu cầu của nó, các yêu cầu này phụ thuộc vào điều kiện làm việc, yêu cầu kỹ thuật của chi tiết. Dưới đây là một số yêu cầu để lựa chọn vật liệu chế tạo phôi:

- Độ đàn hồi tốt: ống kẹp làm việc với chu trình mở - đóng liên tục do ngoại lực, do đó yêu cầu vật liệu có độ đàn hồi, độ bền mỏi cao, tránh biến dạng hay nứt gãy dưới tác động của ngoại lực.
- Khả năng chống mài mòn cao: ống kẹp tiếp xúc trực tiếp với chi tiết gia công và bộ phận sinh lực kẹp, do đó yêu cầu độ cứng bề mặt tốt, tránh mài mòn sau thời gian dài hoạt động.
- Dễ gia công và xử lý bề mặt
- Với các yêu cầu nêu trên, ta có thể lựa chọn mác thép 65Mn, đây là mác thép thường được dùng để chế tạo lò xo với độ đàn hồi cao, độ cứng sau nhiệt luyện tốt, đặc biệt là giá cả hợp lý. Thép 65Mn có độ cứng từ 197-220 HB, giới hạn bền $\delta_b = 980 \text{ kG/mm}^2$, thành phần của thép 65Mn được cấu tạo như sau:

Bảng 3-5: Thành phần hóa học của thép 65Mn

C	Si	Mn	P (\leq)	S (\leq)	Cr (\leq)	Ni (\leq)	Cu (\leq)
0,62-0,7	0,17-0,37	0,9-1,2	0,030	0,030	0,25	0,35	0,25

3.5.2: Chọn phương pháp chế tạo phôi

Phương pháp chế tạo phôi phụ thuộc vào kết cấu, vật liệu, điều kiện làm việc, dạng sản xuất của chi tiết. Dưới đây là các loại phôi thường dùng:

- *Phôi thép thanh*

Phôi thép thanh dùng để chế tạo các loại chi tiết như con lăn, chi tiết kẹp chặt, các loại trục, xilanh, pittong, bạc, bánh răng có đường kính nhỏ... Trong sản xuất hàng loạt vừa, loạt lớn, hàng khối thì dung sai của thép thanh có thể được lấy theo bảng 3, trang 14, *Thiết kế Đồ án Công nghệ Chế tạo máy* [3].

- *Phôi dập*

Phôi dập thường dùng cho các chi tiết sau đây: Trục răng côn, trục răng thẳng, các loại bánh răng khác, các chi tiết dạng càng, trục chữ thập, trục khuỷu... Dưới tác dụng của ngoại lực tinh thể kim loại được định hướng và kéo dài tạo thành tổ chức sợi hoặc thớ làm tăng khả năng kéo dọc thớ và chịu cắt ngang thớ. Khi sử dụng phôi dập cơ tính của vật liệu được cải thiện, độ chính xác hình dạng, kích thước, chất lượng bề mặt phôi cao. Do đó, giảm được thời gian gia công cắt gọt và tổn thất vật liệu nên giảm được chi sản xuất, rút ngắn được quá trình công nghệ, dễ cơ khí hóa và tự động hóa nên năng suất cao. Nhược điểm của dập thể tích là thiết bị cần có công suất lớn, không chế tạo được phôi lớn, chi phí chế tạo khuôn cao, do đó chỉ có hiệu quả khi số lượng chi tiết đủ lớn.

- *Phôi rèn tự do*

Thường dùng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Ưu điểm chính của phôi rèn tự do trong điều kiện sản xuất nhỏ là giá thành hạ (không phải chế tạo khuôn dập).

- *Phôi đúc*

Phôi đúc được dùng trong các loại chi tiết như: Các gối đỡ, các chi tiết dạng hộp, các loại càng phức tạp, các loại trục chữ thập... Vật liệu dùng trong phôi đúc là gang, thép, đồng, nhôm và các loại hợp kim khác.

Do sản xuất với quy mô đơn chiếc, ta chọn phôi là phôi thép thanh. Đây là loại phôi sẵn có trên thị trường, giá rẻ, có sẵn hình dạng phù hợp với ống kẹp cần gia công,

phù hợp với gia công số lượng nhỏ. Nhược điểm của loại phôi này là độ chính xác, độ bóng bề mặt ban đầu thấp nên cần gia công nhiều lần.

3.5.3: Thiết kế bản vẽ lồng phôi

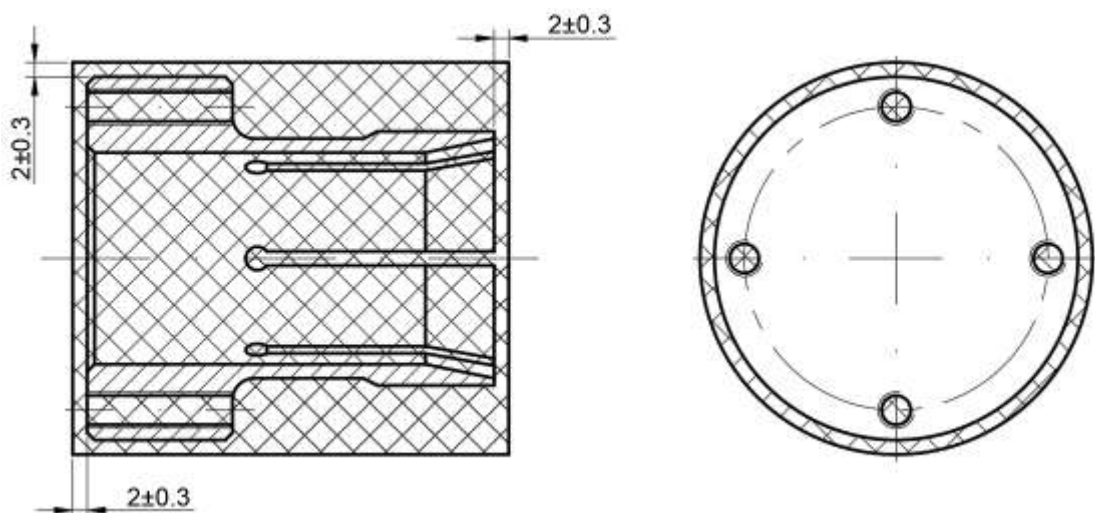
Do sau khi chế tạo phôi, phôi sẽ được đưa qua gia công cắt gọt, đồng thời, phôi thép thanh có độ chính xác không cao nên khi thiết kế quy trình chế tạo phôi cần thiết kế bản vẽ lồng phôi.

Bản vẽ lồng phôi được hình thành dựa trên cơ sở kích thước chi tiết và lượng dư gia công cho từng bề mặt. Lượng dư này phải đủ cho các quá trình gia công cắt gọt sau này nhưng cũng không được quá lớn vì khi đó, thể tích vật liệu cần gia công lớn làm giảm năng suất, hao phí vật liệu.

Để xác định lượng dư cho các bề mặt, ta tra bảng 3-17, trang 190, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1]

Bảng 3-6: Lượng dư và dung sai cho các bề mặt

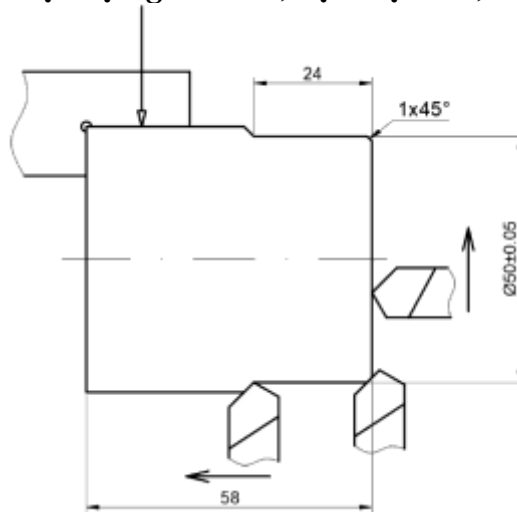
Bề mặt	Lượng dư và dung sai, mm
Mặt trụ ngoài	$2 \pm 0,3$ mỗi phía
Mặt đầu	$2 \pm 0,3$
Mặt trụ trong và mặt côn	Không tạo lỗ trong quá trình chuẩn bị phôi
Các bề mặt lỗ ren	không tạo lỗ trong quá trình chuẩn bị phôi



Hình 3.19: Bản vẽ chi tiết lồng phôi

3.5.4: Thiết kế nguyên công

a, Nguyên công 1: Tiện mặt trụ ngoài Ø50, tiện mặt đầu, vát mép



Hình 3.20: Sơ đồ gá đặt nguyên công 1

* *Chọn máy:*

Chọn máy tiện vạn năng T616.

Bảng 3-7: Các thông số bản của máy tiện T616

Đường kính lớn nhất có thể gia công, mm	320
Khoảng cách hai đầu tâm, mm	750
Chiều dài lớn nhất tiện được, mm	700
Số cấp tốc độ trục chính	12
Phạm vi tốc độ trục chính	44-1980
Độ côn trục chính, mooc	N°5
Đường kính lỗ trục chính, mm	30
Số dao lắp được trên đài gá dao	4
Kích thước dao (rộng x cao), mm	20 x 20
Phạm vi bước tiến, mm	
dọc	0,06-3,34
ngang	0,041-2,47

Bảng 3-8: Hệ số phụ thuộc vào tính chất cơ lí của vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Công thức tính toán
Thép	$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v}$
Gang xám	$k_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Gang dẻo	$k_{MV} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Tra bảng 5-2, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2], ta có:

$$k_n = 1,0; n_v = 1,75$$

Như vậy:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{800} \right)^{1,75} = 0,89$$

Tra bảng 5-5, trang 8, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2], thông thường, phôi thép thanh được sản xuất bằng phương pháp cán nóng, do đó:

$$k_{nv} = 0,9$$

Tra bảng 5-6, trang 8, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2] với mác thép của dụng cụ cắt là P6M5, ta có:

$$k_{uv} = 1$$

Như vậy:

$$k_v = k_{MV} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} = 0,89 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,8$$

Suy ra, tốc độ cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{thô} = V_{b,thô} \cdot k_v = 44 \cdot 0,8 = 35,244$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b,tinh} \cdot k_v = 89 \cdot 0,8 = 71,2$ (m/phút)

Số vòng quay tính toán được tính theo công thức:

$$n_t = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}$$

- Tiện thô: $n_{t_thô} = \frac{1000.35,244}{50\pi} = 224,5$ (vòng/phút)
- Tiện tinh: $n_{t_tinh} = \frac{1000.71,2}{50\pi} = 453,5$ (vòng/phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T616:

- Tiện thô: $n_{m_thô} = 240$ (vòng/phút)
- Tiện tinh: $n_{m_tinh} = 503$ (vòng/phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{tt_thô} = \frac{n_{m_thô} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{240 \cdot 50 \cdot \pi}{1000} = 37,68$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_tinh} = \frac{n_{m_tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{503 \cdot 50 \cdot \pi}{1000} = 78,97$ (m/phút)

- Tiện mặt đầu:

- Chiều sâu cắt:
 - Tiện thô: 1,5 (mm)
 - Tiện tinh: 0,5 (mm)
- Lượng chạy dao:
 - Tiện thô: Tra bảng 5-11, trang 11, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,6$ (mm/vòng).
 - Tiện tinh: Tra bảng 5-14, trang 13, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,165$ (mm/vòng).

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

- Tiện thô: $S = 0,61$ (mm/vòng)
- Tiện tinh: $S = 0,15$ (mm/vòng)

- Tốc độ cắt:
 - Tiện thô: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_thô} = 64$ (m/phút).
 - Tiện tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_tinh} = 130$ (m/phút).

Tốc độ cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{thô} = V_{b_thô} \cdot k_v = 64 \cdot 0,8 = 51,2$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b_tinh} \cdot k_v = 130 \cdot 0,8 = 104$ (m/phút)

Số vòng quay tính toán:

- Tiện thô: $n_{t_thô} = \frac{1000.51,2}{50\pi} = 326,1$ (vòng/phút)
- Tiện tinh: $n_{t_tinh} = \frac{1000.104}{50\pi} = 662$ (vòng/phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T620:

- Tiện thô: $n_{m_thô} = 350$ (vòng/phút)
- Tiện tinh: $n_{m_tinh} = 723$ (vòng/phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{tt_thô} = \frac{n_{m_thô} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{350 \cdot 50 \cdot \pi}{1000} = 54,95$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_tinh} = \frac{n_{m_tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 50 \cdot \pi}{1000} = 113,51$ (m/phút)

- Vát mép:

Lượng chạy dao ở bước này sẽ được thực hiện bằng tay thông qua tay quay và bàn trượt ngang, tốc độ quay bằng với tốc độ quay ở bước liền trước để tránh mất thời gian trong việc thay đổi tốc độ.

Như vậy:

$$n_m = 723 \text{ (vòng/phút)}$$

Vận tốc cắt thực tế:

$$V_{tt_tinh} = \frac{n_m \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 50 \cdot \pi}{1000} = 113,51 \text{ (m/phút)}$$

* *Tính thời gian gia công:*

Công thức tính thời gian gia công khi tiện:

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n}$$

Trong đó:

- L: chiều dài cần tiện
- $L_1 = \frac{t}{\text{tg}\varphi} + (0,5 \div 2)$
- $L_2 = 1 \div 3$

Như vậy, thời gian gia công cho các bước là:

- Tiện mặt trụ ngoài:

• Tiện thô:

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{24 + 2,5 + 2}{0,83 \cdot 240} \\ = 0,143 \text{ (phút)} \\ = 9 \text{ (giây)}$$

• Tiện tinh:

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{24 + 1,5 + 2}{0,21 \cdot 503} \\ = 0,26 \text{ (phút)} \\ = 16 \text{ (giây)}$$

- Tiện mặt đầu:

• Tiện thô:

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{25 + 2,5 + 3}{0,61 \cdot 350} \\ = 0,143 \text{ (phút)} \\ = 9 \text{ (giây)}$$

• Tiện tinh

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{25 + 1,5 + 3}{0,15 \cdot 723} \\ = 0,272 \text{ (phút)} \\ = 17 \text{ (giây)}$$

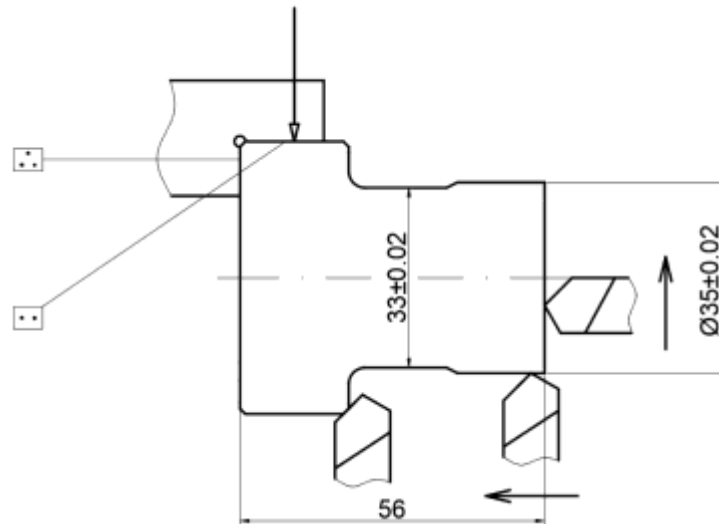
Bảng 3-9: Chế độ cắt nguyên công 1

STT	Nội dung các bước	t, mm	S, mm/vg	V, m/ph	n, vg/ph	T, ph
1	Tiện thô trụ ngoài	1,5	0,83	35,24	240	0,143

Bảng 3-9 (tiếp theo)

2	Tiện tinh trụ ngoài	0,5	0,21	71,2	503	0,26
3	Tiện thô mặt đầu	1,5	0,61	54,95	350	0,143
4	Tiện tinh mặt đầu	0,5	0,15	113,51	723	0,272
5	Vát mép	1	-	113,51	723	-

b, Nguyên công 2: Tiện mặt trụ ngoài $\varnothing 35$ và $\varnothing 33$, tiện mặt đầu, vát mép



Hình 3.21: Sơ đồ gá đặt nguyên công 2

*** Chọn máy:**

Chọn máy tiện vạn năng T616.

*** Chọn dụng cụ cắt:**

Tra bảng 4-5, trang 296 *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1], chọn dao tiện ngoài thân thẳng gắn mảnh thép gió có các kích thước: $H = 20$, $B = 20$, $L = 120$, $l = 40$, $\varphi = 45^\circ$, $m = 12$, $c = 6$, $m = 1$, bề mặt trụ $\varnothing 33$ dùng dao tiện thân cong để tránh dụng cụ cắt va vào mặt bậc của phôi, vật liệu dao P6M5.

*** Chế độ cắt:**

- Tiện mặt trụ ngoài $\varnothing 35$:

- Chiều sâu cắt: Tiện thô: 1,5 (mm), 6 lần cắt

Tiện tinh: 0,5 (mm)

- Lượng chạy dao:

- Tiện thô: Tra bảng 5-11, trang 11, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,7$ (mm/vòng).

- Tiện tinh: Tra bảng 5-14, trang 13, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,13$ (mm/ vòng).

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

- Tiện thô: $S = 0,71$ (mm/ vòng)
- Tiện tinh: $S = 0,13$ (mm/ vòng)

- Tốc độ cắt:

- Tiện thô: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_thô} = 44$ (m/ phút).
- Tiện tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_tinh} = 106$ (m/ phút).

Tốc độ cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{thô} = V_{b_thô} \cdot k_v = 44 \cdot 0,8 = 35,2$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b_tinh} \cdot k_v = 106 \cdot 0,8 = 84,8$ (m/phút)

Số vòng quay tính toán:

- Tiện thô: $n_{t_thô} = \frac{1000 \cdot 35,2}{35\pi} = 320,29$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{t_tinh} = \frac{1000 \cdot 84,8}{35\pi} = 771,61$ (vòng/ phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T620:

- Tiện thô: $n_{m_thô} = 350$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{m_tinh} = 723$ (vòng/ phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{tt_thô} = \frac{n_{m_thô} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{350 \cdot 35 \cdot \pi}{1000} = 38,47$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_tinh} = \frac{n_{m_tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 35 \cdot \pi}{1000} = 79,46$ (m/phút)

- Tiện mặt trụ ngoài $\varnothing 33$:

- Chiều sâu cắt: Tiện bán tinh: $0,7$ (mm)

Tiện tinh: $0,3$ (mm)

- Lượng chạy dao:

- Tiện thô: Tra bảng 5-11, trang 11, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,33$ (mm/ vòng).

- Tiện tinh: Tra bảng 5-14, trang 13, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,20$ (mm/ vòng).

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

- Tiện bán tinh: $S = 0,33$ (mm/ vòng)
- Tiện tinh: $S = 0,21$ (mm/ vòng)

- Tốc độ cắt:

- Tiện bán tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_bán\ tinh} = 75$ (m/ phút).
- Tiện tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_tinh} = 89$ (m/ phút).

Tốc độ cắt thực tế:

- Tiện bán tinh: $V_{bán\ tinh} = V_{b_thô} \cdot k_v = 75 \cdot 0,8 = 60$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b_tinh} \cdot k_v = 89 \cdot 0,8 = 71,2$ (m/phút)

Số vòng quay tính toán:

- Tiện bán tinh: $n_{t_bán\ tinh} = \frac{1000 \cdot 60}{33\pi} = 579$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{t_tinh} = \frac{1000 \cdot 71,2}{33\pi} = 687,13$ (vòng/ phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T620:

- Tiện thô: $n_{m_bán\ tinh} = 503$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{m_tinh} = 723$ (vòng/ phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{tt_thô} = \frac{n_{m_bán\ tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{503 \cdot 33 \cdot \pi}{1000} = 52,12$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_tinh} = \frac{n_{m_tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 33 \cdot \pi}{1000} = 74,92$ (m/phút)

- Tiện mặt đầu:

- Chiều sâu cắt:

- Tiện thô: 1,5 (mm)
- Tiện tinh: 0,5 (mm)

- Lượng chạy dao:

- Tiện thô: Tra bảng 5-11, trang 11, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,4$ (mm/ vòng).

- Tiện tinh: Tra bảng 5-14, trang 13, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,20$ (mm/ vòng).

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

- Tiện thô: $S = 0,41$ (mm/ vòng)
- Tiện tinh: $S = 0,20$ (mm/ vòng)

- Tốc độ cắt:

- Tiện thô: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_thô} = 77$ (m/ phút).
- Tiện tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_tinh} = 109$ (m/ phút).

Tốc độ cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{thô} = V_{b_thô} \cdot k_v = 77 \cdot 0,8 = 61,6$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b_tinh} \cdot k_v = 109 \cdot 0,8 = 87,2$ (m/phút)

Số vòng quay tính toán:

- Tiện thô: $n_{t_thô} = \frac{1000 \cdot 61,6}{35\pi} = 560,51$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{t_tinh} = \frac{1000 \cdot 87,2}{35\pi} = 793,44$ (vòng/ phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T620:

- Tiện thô: $n_{m_thô} = 503$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{m_tinh} = 723$ (vòng/ phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{tt_thô} = \frac{n_{m_thô} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{503 \cdot 35 \cdot \pi}{1000} = 55,28$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_tinh} = \frac{n_{m_tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 35 \cdot \pi}{1000} = 79,46$ (m/phút)

- Vát mép:

Lượng chạy dao ở bước này sẽ được thực hiện bằng tay thông qua tay quay và bàn trượt ngang, tốc độ quay bằng với tốc độ quay ở bước liền trước để tránh mất thời gian trong việc thay đổi tốc độ.

Như vậy:

$$n_m = 723 \text{ (vg/phút)}$$

Vận tốc cắt thực tế:

$$V_{tt_tinh} = \frac{n_m \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 50 \cdot \pi}{1000} = 113,51 \text{ (m/phút)}$$

* Thời gian gia công:

- Tiện mặt trụ ngoài Ø35:

• Tiện thô:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{33 + 2,5 + 2}{0,71 \cdot 350} \\ &= 0,15 \text{ (phút)} \\ &= 9 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

• Tiện tinh:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{33 + 1,5 + 2}{0,13 \cdot 723} \\ &= 0,39 \text{ (phút)} \\ &= 23 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

- Tiện mặt trụ ngoài Ø33:

• Tiện bán tinh:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{15 + 2 + 2}{0,33 \cdot 503} \\ &= 0,11 \text{ (phút)} \\ &= 7 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

• Tiện tinh:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{15 + 1 + 2}{0,21 \cdot 723} \\ &= 0,12 \text{ (phút)} \\ &= 7 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

- Tiện mặt đầu:

- Tiện thô:

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{17,5 + 2,5 + 3}{0,41 \cdot 503}$$

$$= 0,11 \text{ (phút)}$$

$$= 7 \text{ (giây)}$$

- Tiện tinh

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{17,5 + 1,5 + 3}{0,15 \cdot 723}$$

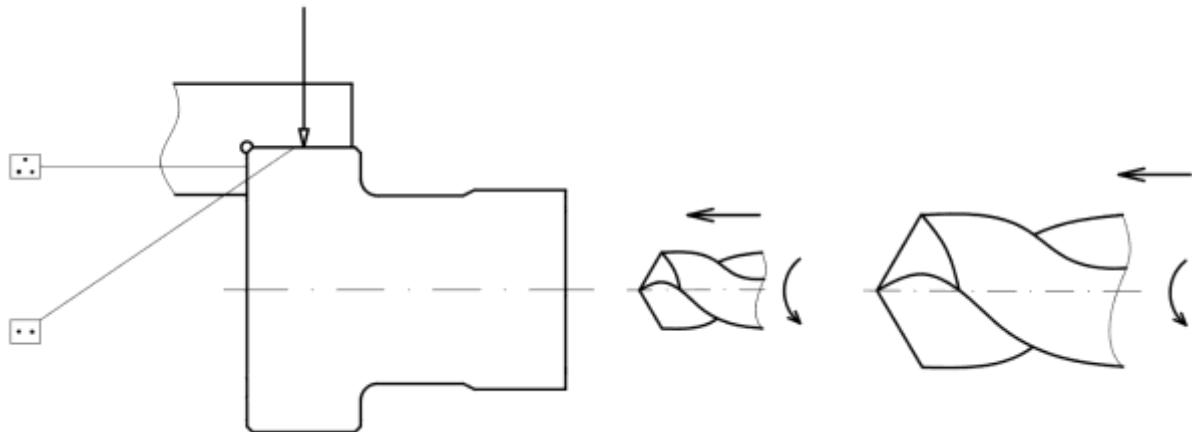
$$= 0,20 \text{ (phút)}$$

$$= 12 \text{ (giây)}$$

Bảng 3-10: Chế độ cắt nguyên công 2

STT	Nội dung các bước	t, mm	S, mm/vg	V, m/ph	n, vg/ph	T, ph
1	Tiện thô mặt trụ ngoài Ø35	1,5	0,71	38,47	350	0,15
2	Tiện tinh mặt trụ ngoài Ø35	0,5	0,13	79,46	723	0,39
3	Tiện bán tinh mặt trụ ngoài Ø33	0,7	0,33	52,12	503	0,11
4	Tiện tinh mặt trụ ngoài Ø33	0,3	0,21	74,92	723	0,12
5	Tiện thô mặt đầu	1,5	0,41	55,28	503	0,11
6	Tiện tinh mặt đầu	0,5	0,20	79,46	723	0,20
7	Vát mép	1	-	113,51	723	-

c, Nguyên công 3: Khoan lỗ



Hình 3.22: Sơ đồ gá đặt nguyên công 3

* **Chọn máy:**

Khoan trên máy tiện T616

* **Chọn dụng cụ cắt:**

Tra bảng 4-42, trang 328, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1], chọn mũi khoan ruột gà đuôi côn có các kích thước: $d = 14$; $L = 265$; $l = 185$; $d = 28$; $L = 291$; $l = 170$ vật liệu mũi khoan BK8.

* **Chế độ cắt:**

- Khoan lỗ $\varnothing 14$:

- Chiều sâu cắt: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 14 = 7$ (mm)
- Lượng chạy dao:

Tra bảng 5-25, trang 21, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2].

$$S = 0,28 \div 0,33 \text{ (mm/vòng)}$$

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

$$S = 0,30 \text{ (mm/ vòng)}$$

- Tốc độ cắt:

Tốc độ cắt được tính theo công thức:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v$$

Trong đó:

- Hệ số C_v và các số mũ dùng cho khoan tra ở bảng 5-28, trang 23, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$C_v = 9,8$$

$$q = 0,40$$

$$y = 0,50$$

$$m = 0,20$$

- $k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv}$: hệ số điều chỉnh chung.

Tra bảng 5-1, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v}$$

Tra bảng 5-5, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_n = 1,0; n_v = 0,9$$

Như vậy:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v} = 1,0 \left(\frac{750}{800} \right)^{-0,9} = 1,06$$

Tra bảng 5-6, trang 8, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_{uv} = 0,4$$

Tra bảng 5-31, trang 24, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2] với chiều sâu lỗ $L = 56 = 4D$

$$k_{lv} = 0,85$$

Suy ra:

$$k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv} = 1,06 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 0,36$$

Như vậy, công thức tính tốc độ cắt khi khoan trong trường hợp này:

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v = \frac{9,8 \cdot D^{0,4}}{T^{0,2} S^{0,5}} 0,36 \\ &= \frac{9,8 \cdot 14^{0,4}}{70,2 \cdot 30^{0,5}} 0,36 = 12,54 \text{ (m/phút)} \end{aligned}$$

Số vòng quay tính toán:

$$n_t = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12,54}{14\pi} = 285,26 \text{ (vg/phút)}$$

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T616:

$$n_m = 240 \text{ (vg/phút)}$$

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

$$V_{tt} = \frac{n_m \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{240 \cdot \pi \cdot 14}{1000} = 10,55 \text{ (m/phút)}$$

- Khoan lỗ Ø28:

- Chiều sâu cắt: $t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (28 - 14) = 7 \text{ (mm)}$
- Lượng chạy dao:

Tra bảng 5-25, trang 21, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2].

$$S = 0,43 \div 0,48 \text{ (mm/vòng)}$$

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

$$S = 0,46 \text{ (mm/vòng)}$$

- Tốc độ cắt:

Tốc độ cắt được tính theo công thức:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v$$

Trong đó:

- Hệ số C_v và các số mũ dùng cho khoan tra ở bảng 5-28, trang 23, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$C_v = 9,8$$

$$q = 0,40$$

$$y = 0,50$$

$$m = 0,20$$

- $k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv}$: hệ số điều chỉnh chung.

Tra bảng 5-1, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v}$$

Tra bảng 5-2, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_n = 1,0; n_v = -0,9$$

Như vậy:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v} = 1,0 \left(\frac{750}{800} \right)^{-0,9} = 1,06$$

Tra bảng 5-6, trang 8, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_{uv} = 1$$

Tra bảng 5-31, trang 24, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2] với chiều sâu lỗ $L = 56 = 2D$

$$k_{lv} = 1$$

Suy ra:

$$k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv} = 1,06 \cdot 0,4 \cdot 1 = 0,424$$

Như vậy, công thức tính tốc độ cắt khi khoan trong trường hợp này:

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v D^q}{T^{m_s} S^{0,5}} k_v = \frac{9,8 \cdot D^{0,4}}{T^{0,2} S^{0,5}} \cdot 0,424 \\ &= \frac{9,8 \cdot 28^{0,4}}{70,2 \cdot 0,46^{0,5}} \cdot 0,424 = 15,74 \text{ (m/phút)} \end{aligned}$$

Số vòng quay tính toán:

$$n_t = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 15,74}{28\pi} = 179,03 \text{ (vg/phút)}$$

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T616:

$$n_m = 173 \text{ (vg/phút)}$$

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

$$V_{tt} = \frac{n_m \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{173 \cdot \pi \cdot 28}{1000} = 15,21 \text{ (m/phút)}$$

* *Tính thời gian gia công:*

- Khoan lỗ $\varnothing 14$:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{56 + 3 + 2}{0,30 \cdot 173} \\ &= 0,847 \text{ (phút)} \\ &= 51 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

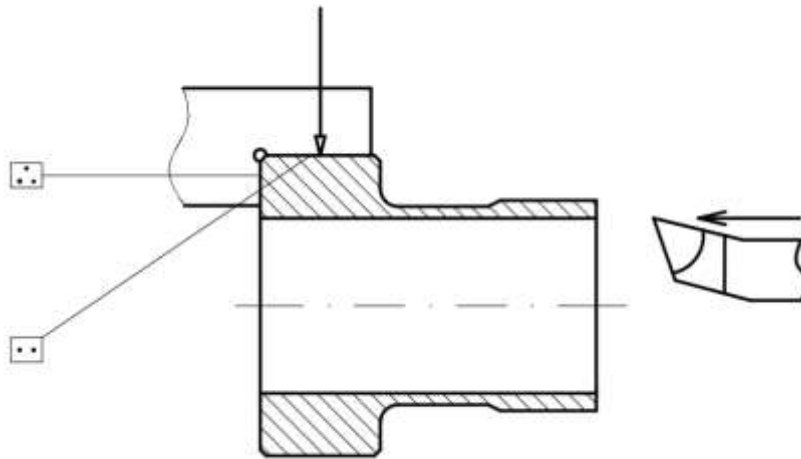
- Khoan lỗ $\varnothing 28$:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{56 + 3 + 2}{0,46 \cdot 173} \\ &= 0,767 \text{ (phút)} \\ &= 46 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

Bảng 3-11: Chế độ cắt nguyên công 3

STT	Nội dung các bước	D, mm	S, mm/vg	V, m/ph	n, vg/ph	T, ph
1	Khoan lỗ Ø14	14	0,30	10,55	240	0,847
2	Khoan lỗ Ø28	28	0,46	15,21	173	0.767

d, Nguyên công 4: Tiện mặt trụ trong Ø29



Hình 3.23: Sơ đồ gá đặt nguyên công 4

*** Chọn máy:**

Chọn máy tiện vạn năng T616.

*** Chọn dụng cụ cắt:**

Tra bảng 4-14, trang 302, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1], chọn dao tiện lỗ thân cong có các kích thước: $h = 16$; $b = 16$; $L = 170$; $P = 80$; $r = 1$, vật liệu dao P6M5.

*** Chế độ cắt:**

- Chiều sâu cắt: Tiện bán tinh: 0,35 (mm)
Tiện tinh: 0,15 (mm)
- Lượng chạy dao:
 - Tiện bán tinh: Tra bảng 5-12, trang 12, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,33$ (mm/ vòng).
 - Tiện tinh: Tra bảng 5-14, trang 13, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn $S = 0,20$ (mm/ vòng).

Chọn lại lượng chạy dao theo máy:

- Tiện thô: $S = 0,33$ (mm/ vòng)

- Tiện tinh: $S = 0,19$ (mm/ vòng)
- Tốc độ cắt:
 - Tiện bán tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_{bán\ tinh}} = 67$ (m/ phút).
 - Tiện tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_{tinh}} = 96$ (m/ phút).

Tốc độ cắt thực tế:

- Tiện bán tinh: $V_{thô} = V_{b_{bán\ tinh}} \cdot k_v = 67 \cdot 0,8 = 53,6$ (m/ phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b_{tinh}} \cdot k_v = 96 \cdot 0,8 = 76,8$ (m/ phút)

Số vòng quay tính toán:

- Tiện bán tinh: $n_{t_{bán\ tinh}} = \frac{1000 \cdot 53,6}{29\pi} = 588,62$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{t_{tinh}} = \frac{1000 \cdot 76,8}{29\pi} = 843,4$ (vòng/ phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T616:

- Tiện thô: $n_{m_{thô}} = 503$ (vòng/ phút)
- Tiện tinh: $n_{m_{tinh}} = 958$ (vòng/ phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện bán tinh: $V_{tt_{thô}} = \frac{n_{m_{bán\ tinh}} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{503 \cdot 29 \cdot \pi}{1000} = 45,8$ (m/ phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_{tinh}} = \frac{n_{m_{tinh}} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{958 \cdot 29 \cdot \pi}{1000} = 87,23$ (m/ phút)

* Tính thời gian gia công:

- Tiện bán tinh:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{56 + 2,5 + 2}{0,33 \cdot 503} \\ &= 0,364 \text{ (phút)} \\ &= 22 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

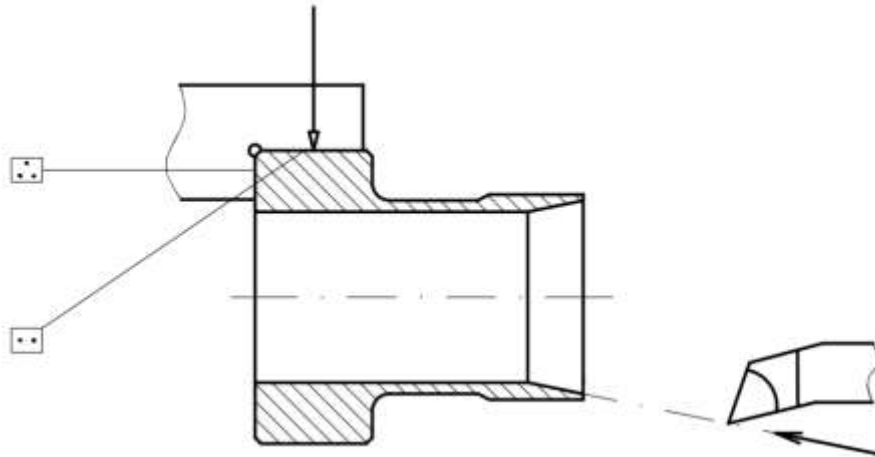
- Tiện tinh:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{56 + 1,5 + 2}{0,19 \cdot 958} \\ &= 0,327 \text{ (phút)} \\ &= 20 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

Bảng 3-12: Chế độ cắt nguyên công 4

STT	Nội dung các bước	t, mm	S, mm/vg	V, m/ph	n, vg/ph	T, ph
1	Tiện bán tinh	0,35	0,33	45,8	503	0,364
2	Tiện tinh	0,15	0,19	87,23	958	0,327

e, Nguyên công 5: Tiện côn



Hình 3.24: Sơ đồ gá đặt nguyên công 5

*** Chọn máy:**

Chọn máy tiện vạn năng T616.

*** Chọn dụng cụ cắt:**

Tra bảng 4-14, trang 302, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1], chọn dao tiện lỗ thân cong có các kích thước: h = 20; b = 20; L = 170; r = 1, vật liệu dao P6M5.

*** Chế độ cắt:**

- Chiều sâu cắt: Tiện thô: 1,5 (mm)
Tiện tinh: 0,5 (mm)
- Lượng chạy dao:
 - Tiện thô: Tra bảng 5-12, trang 12, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn S = 0,5 (mm/ vòng).
 - Tiện tinh: Tra bảng 5-14, trang 13, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. Chọn S = 0,165 (mm/ vòng).

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

- Tiện thô: S = 0,53 (mm/ vòng)
- Tiện tinh: S = 0,15 (mm/ vòng)

- Tốc độ cắt:
 - Tiện thô: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_thô} = 47$ (m/phút).
 - Tiện tinh: Tra bảng 5-63, trang 55, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]. $V_{b_tinh} = 96$ (m/phút).

Tốc độ cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{thô} = V_{b_thô} \cdot k_v = 47 \cdot 0,8 = 37,6$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tinh} = V_{b_tinh} \cdot k_v = 96 \cdot 0,8 = 76,8$ (m/phút)

Số vòng quay tính toán:

- Tiện thô: $n_{t_thô} = \frac{1000 \cdot 37,6}{33\pi} = 362,86$ (vòng/phút)
- Tiện tinh: $n_{t_tinh} = \frac{1000 \cdot 76,8}{33\pi} = 741,17$ (vòng/phút)

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy tiện T620:

- Tiện thô: $n_{m_thô} = 350$ (vòng/phút)
- Tiện tinh: $n_{m_tinh} = 723$ (vòng/phút)

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

- Tiện thô: $V_{tt_thô} = \frac{n_{m_thô} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{350 \cdot 33 \cdot \pi}{1000} = 36,267$ (m/phút)
- Tiện tinh: $V_{tt_tinh} = \frac{n_{m_tinh} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{723 \cdot 33 \cdot \pi}{1000} = 74,917$ (m/phút)

* *Tính thời gian gia công:*

- Tiện thô:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{9,5 + 2,5 + 2}{0,53 \cdot 350} \\ &= 0,075 \text{ (phút)} \\ &= 5 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

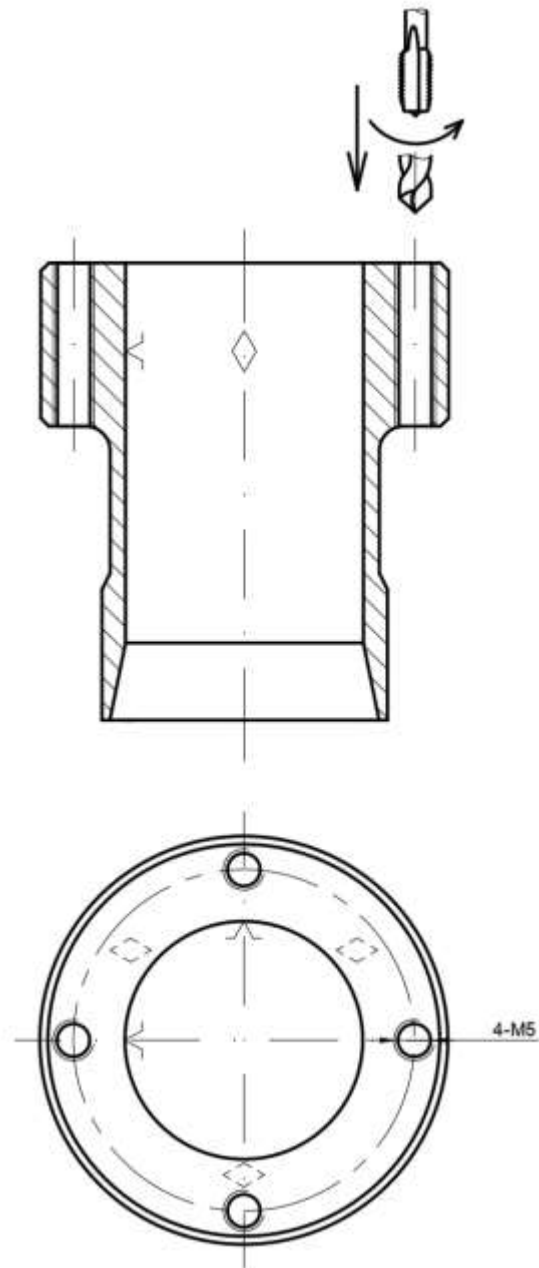
- Tiện tinh:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{9,5 + 1,5 + 2}{0,15 \cdot 723} \\ &= 0,12 \text{ (phút)} \\ &= 7 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

Bảng 3-13: Chế độ cắt nguyên công 5

STT	Nội dung các bước	t, mm	S, mm/vg	V, m/ph	n, vg/ph	T, ph
1	Tiện thô	1,5	0,53	36,3	350	0,075
2	Tiện tinh	0,5	0,15	74,9	723	0,12

f, Nguyên công 6: Khoan, taro lỗ M5



Hình 3.25: Sơ đồ gá đặt nguyên công 6

* Chọn máy:

Chọn máy khoan cần 2A55.

Bảng 3-14: Các thông số bản của máy khoan cần 2A55

Đường kính lỗ lớn nhất có thể gia công, <i>mm</i>	50
Kích thước bề mặt làm việc của bộ máy, <i>mm</i>	968 x 1650
Số cấp tốc độ trục chính	21
Phạm vi tốc độ trục chính	5-1700
Côn mooc trục chính, <i>mooc</i>	N°5
Số cấp bước tiến trục chính	12
Phạm vi bước tiến, <i>mm</i>	0,05-2,2
Công suất đầu khoan, <i>kW</i>	4,5
Công suất nâng xà ngang, <i>kW</i>	1,7
Momen xoắn lớn nhất, <i>KGm</i>	75
Lực dọc trục lớn nhất, <i>KG</i>	2000
...	

* *Chọn dụng cụ cắt:*

Tra bảng 4-42, trang 327, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1], chọn mũi khoan ruột gà đuôi côn có các kích thước: $d = 4,2$; $L = 90$; $l = 60$; vật liệu mũi khoan BK8.

Tra bảng 4-139, trang 424, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 1 [1], chọn mũi taro có các kích thước: $d = 5$; $L = 79$; vật liệu mũi khoan BK8.

* *Chế độ cắt:*

- Khoan lỗ $\varnothing 4,2$:

- Chiều sâu cắt: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 4,2 = 2,1$ (mm)
- Lượng chạy dao:

Tra bảng 5-25, trang 21, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2].

$$S = 0,10 \div 0,15$$

Chọn lại lượng chạy dao theo thông số máy:

$$S = 0,14 \text{ (mm/vòng)}$$

- Tốc độ cắt:

Tốc độ cắt được tính theo công thức:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v$$

Trong đó:

- Hệ số C_v và các số mũ dùng cho khoan tra ở bảng 5-28, trang 23, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$C_v = 7,0$$

$$q = 0,40$$

$$y = 0,70$$

$$m = 0,20$$

- $k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv}$: hệ số điều chỉnh chung.

Tra bảng 5-1, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v}$$

Tra bảng 5-5, trang 6, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_n = 1,0; n_v = -0,9$$

Như vậy:

$$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^{n_v} = 1,0 \left(\frac{750}{800} \right)^{-0,9} = 1,06$$

Tra bảng 5-6, trang 8, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2]:

$$k_{uv} = 0,4$$

Tra bảng 5-31, trang 24, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [2] với chiều sâu lỗ $L = 20 = 4,76D$

$$k_{lv} = 0,8$$

Suy ra:

$$k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv} = 1,06 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 0,339$$

Như vậy, công thức tính tốc độ cắt khi khoan trong trường hợp này:

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v = \frac{7 \cdot D^{0,4}}{T^{0,2} S^{0,7}} \cdot 0,339 \\ &= \frac{7 \cdot 4,2^{0,4}}{2,1^{0,2} 0,14^{0,7}} \cdot 0,339 = 14,38 \text{ (m/phút)} \end{aligned}$$

Số vòng quay tính toán:

$$n_t = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 14,38}{4,2\pi} = 1090,38 \text{ (vg/phút)}$$

Chọn lại số vòng quay theo số vòng quay tiêu chuẩn của máy khoan 2A55:

$$n_m = 950 \text{ (vg/phút)}$$

Tính lại vận tốc cắt thực tế:

$$V_{tt} = \frac{n_m \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{950 \cdot \pi \cdot 4,2}{1000} = 12,528 \text{ (m/phút)}$$

- Taro ren M5:

- Chiều sâu cắt: $t = 0,4 \text{ (mm)}$
- Lượng chạy dao: Lượng chạy dao vòng khi taro ren bằng bước ren của lỗ ren cần gia công, do đó: $S = 0,8 \text{ (mm)}$
- Vận tốc cắt:

Tra bảng 5-188, trang 171, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy*, tập 2 [1] để chọn vận tốc cắt:

$$V = 7 \text{ (m/phút)}$$

- Số vòng quay tính toán:

$$n_t = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 7}{5\pi} = 445,86 \text{ (vg/phút)}$$

Chọn lại theo thông số máy:

$$n_m = 475 \text{ (vg/phút)}$$

Tính lại vận tốc cắt:

$$V_{tt} = \frac{n_m \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{475 \cdot \pi \cdot 5}{1000} = 7,46 \text{ (m/phút)}$$

* *Tính thời gian gia công:*

- Khoan lỗ $\varnothing 4,2$:

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{L + L_1 + L_2}{S \cdot n} = \frac{20 + 3 + 2}{0,14 \cdot 950} \\ &= 0,188 \text{ (phút)} \\ &= 11 \text{ (giây)} \end{aligned}$$

Tổng thời gian gia công:

$$T_\Sigma = T_0 \cdot z = 11 \cdot 4 = 44 \text{ (giây)}$$

- Taro ren M5:

$$T_0 = \frac{L + L_1}{S \cdot n} = \frac{20 + 2}{0,8 \cdot 475}$$

$$= 0,058 \text{ (phút)}$$

$$= 3,5 \text{ (giây)}$$

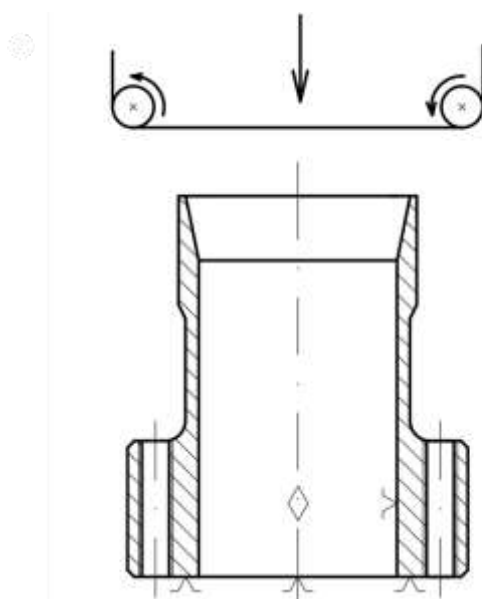
Tổng thời gian gia công:

$$T_{\Sigma} = T_0 \cdot z = 3,5 \cdot 4 = 14 \text{ (giây)}$$

Bảng 3-15: Chế độ cắt nguyên công 6

STT	Nội dung các bước	D, mm	S, mm/vg	V, m/ph	n, vg/ph	T, ph
1	Khoan lỗ Ø4,2	4,2	0,14	12,528	950	0,188
2	Taro ren M5	M5	0,8	7,46	475	0,058

g, Nguyên công 7: Cắt rãnh



Hình 3.26: Sơ đồ gá đặt nguyên công 7

Ở nguyên công này, để cắt các rãnh trên ống kẹp, ta sử dụng phương pháp cắt dây (*Wire cut EDM*). Trong phương pháp này, người ta sử dụng một sợi dây kim loại (thường là đồng hoặc hợp kim đồng – kẽm) làm điện cực, chuyển động theo chương trình NC, để cắt vật liệu dẫn điện bằng cách tạo ra các tia lửa điện giữa dây và chi tiết trong môi trường dung dịch điện môi (thường là nước deion hóa).

Đây là một phương pháp gia công phi truyền thống, nổi trội với các ưu điểm sau:

- Gia công được các vật liệu rất cứng.

- Không có lực cắt nên không gây ra biến dạng cắt, biến cứng bề mặt.
- Gia công được các bề mặt rất phức tạp khi điều khiển bằng chương trình NC.
- ...

* *Chọn máy:*

Chọn máy cắt dây Sodick VL400Q.

Bảng 3-16: Các thông số bản của máy khoan cần 2A55

Kích thước tối đa chi tiết, <i>mm</i>	400 x 300 x150
Đường kính dây cắt, <i>mm</i>	0,1 - 0,3
Tự động luân dây	có
Kích thước bề mặt làm việc, <i>mm</i>	860 x 690
Khối lượng chi tiết tối đa, <i>kg</i>	500
Tốc độ cấp dây tối đa, <i>m/ph</i>	25,2
Lực căng dây, <i>N</i>	3 - 23
...	

* *Chế độ cắt:*

Tại nguyên công này, ta có thể tiến hành cắt rãnh với các thông số chính như sau:

- Điện áp: 80 ÷ 100 (*V*)
- Cường độ dòng điện: 5 ÷ 10 (*A*)
- Tốc độ cắt: 5 (*mm/ph*)

* *Tính thời gian gia công:*

Với tổng chiều dài biên dạng rãnh cắt khoảng 70 mm, ta tính được thời gian gia công cho 1 lượt cắt:

$$T_0 = \frac{L}{V} = \frac{70}{5} \\ = 14 \text{ (phút)}$$

Tổng thời gian gia công:

$$T_{\Sigma} = T_0 \cdot z = 14.3 = 42 \text{ (phút)}$$

Bảng 3-17: Chế độ cắt nguyên công 7

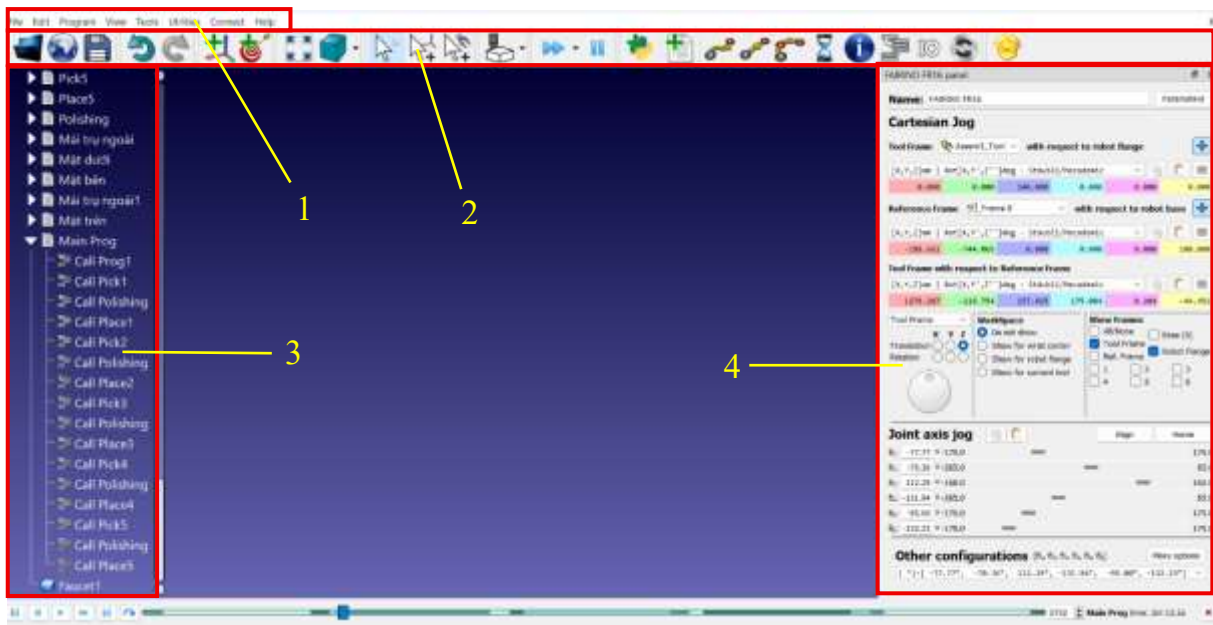
STT	Nội dung các bước	U, V	I, A	V, mm/ph	T, ph
1	Cắt rãnh	100	5	5	14

CHƯƠNG IV

MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG

4.1: Giới thiệu về phần mềm RoboDK

RoboDK là một phần mềm mô phỏng và lập trình robot công nghiệp mạnh mẽ, cho phép người dùng mô phỏng và lập trình một cách dễ dàng cho nhiều loại robot đến từ các hãng khác nhau như ABB, KUKA, FANUC, Yaskawa, UR, và nhiều hãng khác. Với giao diện trực quan và khả năng tích hợp CAD/CAM, RoboDK hỗ trợ người dùng mô phỏng chuyển động, tối ưu hóa đường đi, kiểm tra va chạm, và xuất mã lệnh robot (robot code) mà không cần phải dùng dây chuyền sản xuất. Phần mềm này đặc biệt hữu ích trong các ứng dụng như gia công CNC, in 3D, cắt laser, hàn, lắp ráp, và nhiều quy trình tự động hóa khác.



Hình 4.1: Giao diện của phần mềm RoboDK

Giao diện của phần mềm RoboDK gồm có 5 phần chính:

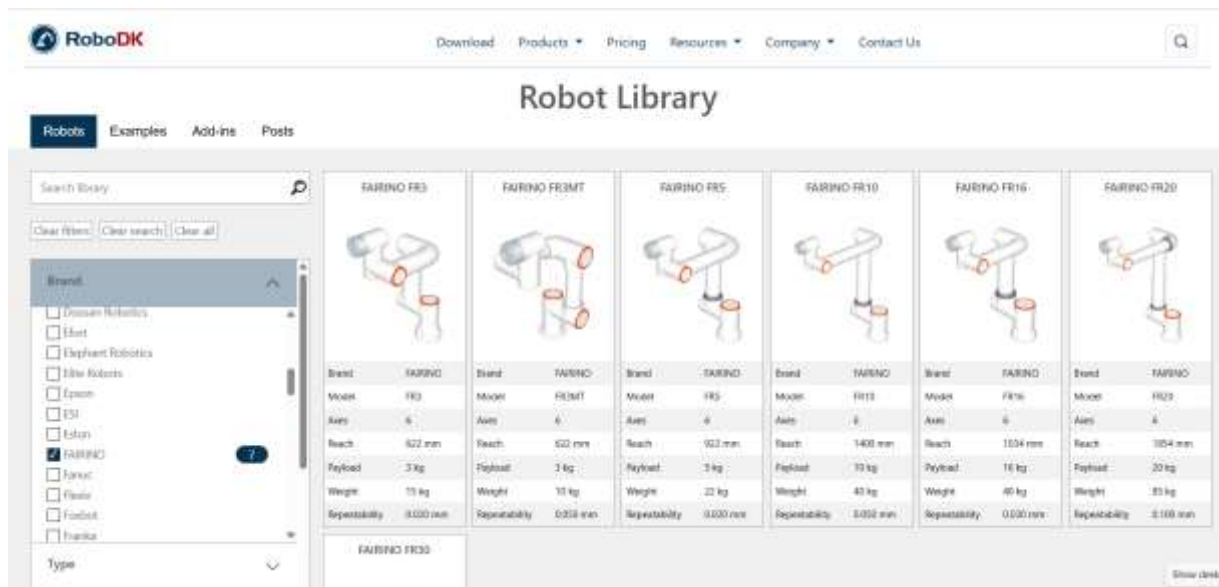
- Thanh menu (Menu bar): dùng để thực hiện các thao tác quản lý file, thiết lập thông số, xuất mã lệnh, cấu hình robot...
- Thanh công cụ (Tool bar): nằm bên dưới thanh menu, dùng để mở/lưu file, thêm robot, gán công cụ, tạo chương trình, chạy mô phỏng...
- Cây dự án (Station tree): hiện thị cấu trúc toàn bộ mô hình và các chương trình mô phỏng, điều khiển robot.

- Bảng thuộc tính (Property panel): xem và chỉnh sửa trạng thái của robot, đối tượng, các trục tọa độ...
- Khu vực làm việc: nằm ở giữa màn hình, là khu vực hiển thị mô hình 3D và quá trình chuyển động của robot, vật thể...

4.2: Mô phỏng hệ thống

4.2.1: Thêm mô hình vào phần mềm

Phần mềm RoboDK cho phép người dùng truy cập thư viện với nhiều loại robot đến từ nhiều hãng như ABB, KUKA, FANUC... Bên cạnh đó, thư viện còn hỗ trợ nhiều cơ cấu chấp hành như đầu phun sơn, đầu hàn, tay gắp...



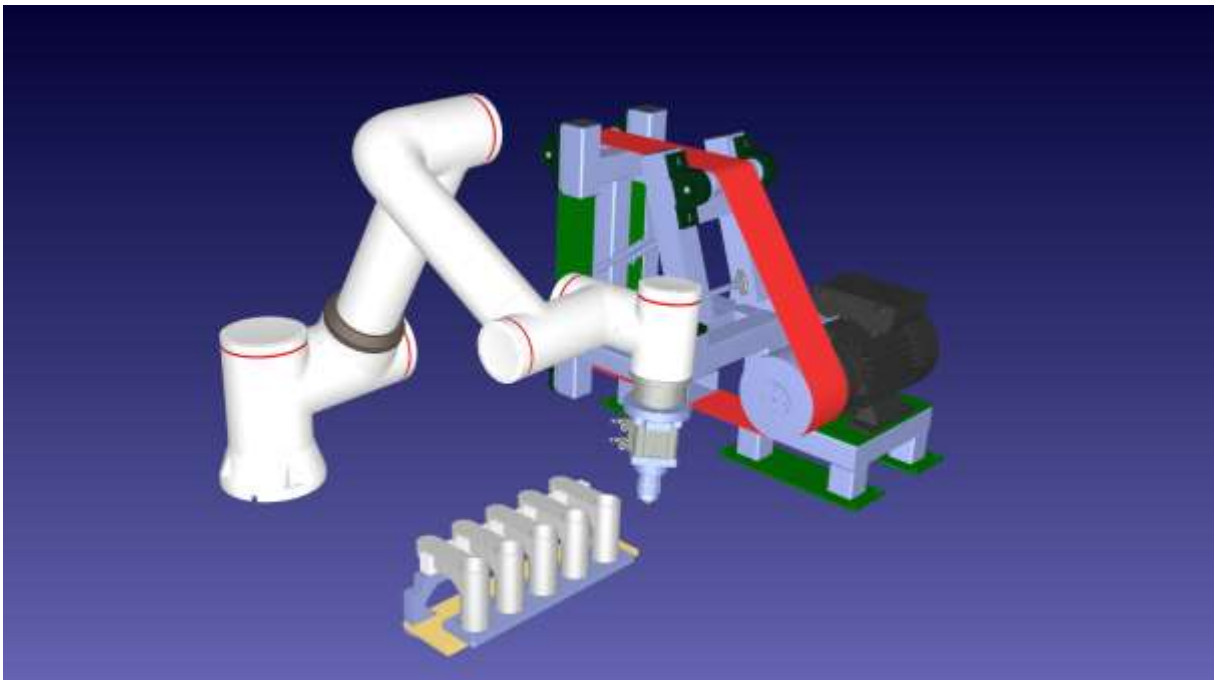
Hình 4.2: Thư viện trực tuyến của phần mềm RoboDK

Tại thư viện, ta có thể chọn thương hiệu và mẫu robot mong muốn, ở đây, ta chọn thương hiệu FAIRINO, mẫu FR16.



Hình 4.2: Thêm Robot vào chương trình

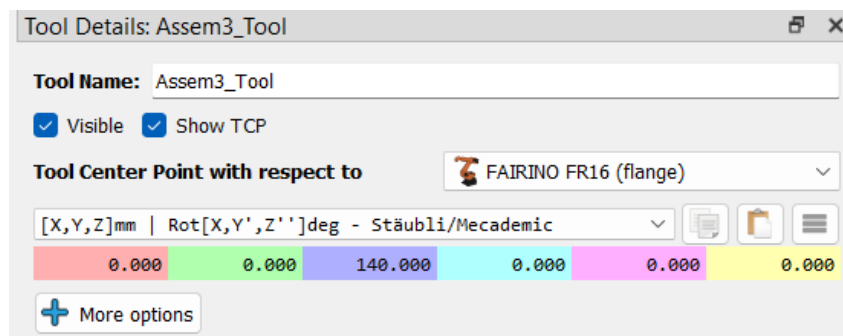
Sau khi thêm robot vào chương trình, ta sẽ thêm các bộ phận còn lại như máy mài, cơ cấu kẹp, phôi vào chương trình. Đây là các cơ cấu mà người dùng tự thiết kế nên không có sẵn trong thư viện, do đó ta cần lưu các mô hình 3D đó theo định dạng “.step” sau đó chọn **Load File** trên thanh công cụ để thêm chúng vào chương trình. Để thuận tiện cho việc thiết lập vị trí các chi tiết, ta có thể gán mỗi cơ cấu với một hệ tọa độ (*Reference Frame*) bằng cách ấn vào **Add Reference Frame** sau đó kéo mô hình trên cây dự án vào hệ tọa độ vừa tạo.



Hình 4.3: Mô hình được thêm vào phần mềm

4.2.2: Định nghĩa cơ cấu chấp hành

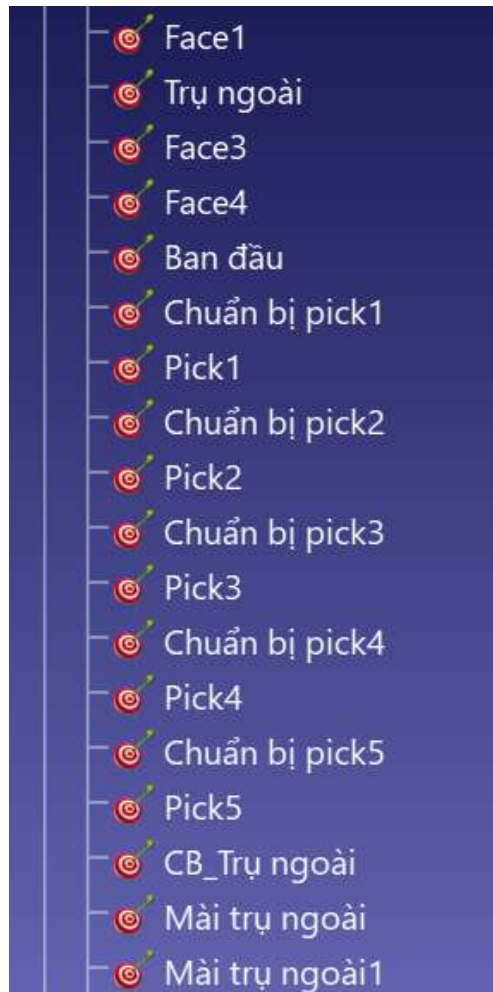
Để gán cơ cấu chấp hành cho robot, ta chuột phải vào cơ cấu đó rồi chọn **Active Tool**. Tiếp theo, ta cần định nghĩa TCP (*Tool Center Point*) cho cơ cấu chấp hành bằng cách nhập tọa độ x, y, z cho điểm này.



Hình 4.4: Định nghĩa TCP cho cơ cấu chấp hành

4.2.3: Tạo các điểm trên quỹ đạo di chuyển của robot

Để có thể mô phỏng quy trình hoạt động của hệ thống, ta cần tạo các điểm quan trọng mà robot cần di chuyển đến như vị trí gấp các phôi, các vị trí để mài các bề mặt... Để làm điều đó, ta đưa robot đến vị trí mong muốn rồi ấn vào **Add a new target** trên thanh công cụ. Để thuận tiện, ta có thể đổi tên điểm bằng cách chuột phải vào điểm đó trên cây dự án rồi chọn **Rename**.



Hình 4.5: Tạo các điểm trên quỹ đạo di chuyển của robot

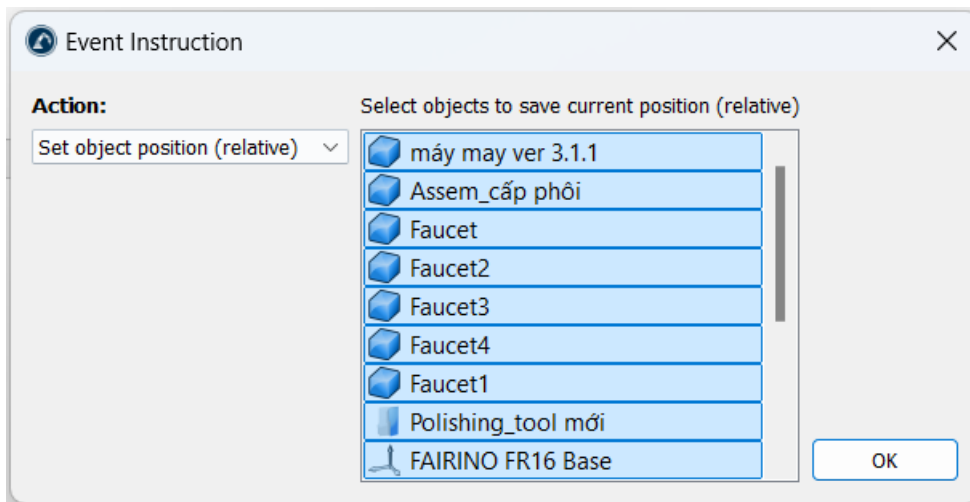
4.2.4: Tạo các chương trình con

Để tạo chương trình mô phỏng mới, ta ấn vào Add program trên thanh công cụ, tương tự như các điểm, ta cũng có thể đổi tên các chương trình này.

Ta sẽ tạo nhiều chương trình con như chương trình gấp/ nhả phôi, chương trình mài mặt trên, mặt dưới, mặt trụ... sau đó thêm chúng vào một chương trình chính để dễ dàng quản lý và chỉnh sửa.

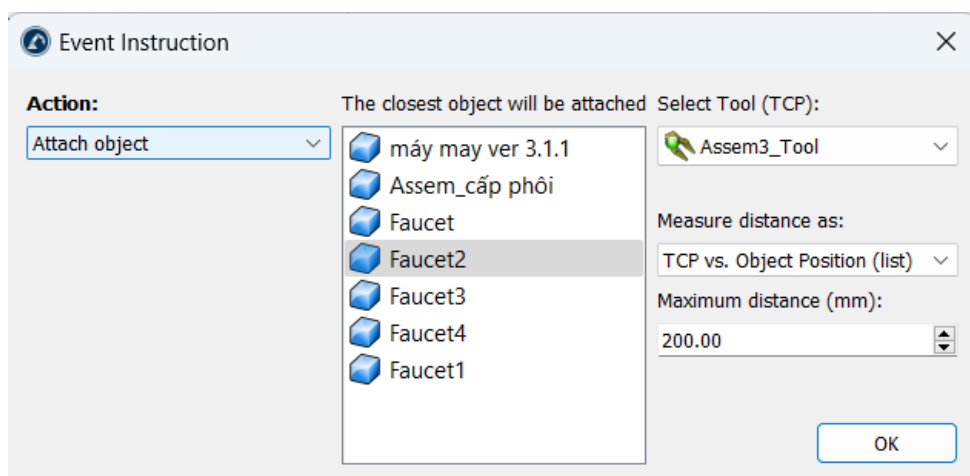
Trước hết ta cần một chương trình khởi tạo vị trí gốc, chương trình này sẽ là chương trình con đầu tiên trong chương trình chính nhằm đưa robot và các đối tượng về vị trí ban đầu trước khi bắt đầu chu trình hoạt động của hệ thống.

Để tạo chương trình khởi tạo vị trí gốc, ta chuột phải vào chương trình đó rồi chọn **Add Instruction**, chọn **Set object position (relative)** rồi chọn tất cả đối tượng và ấn OK.

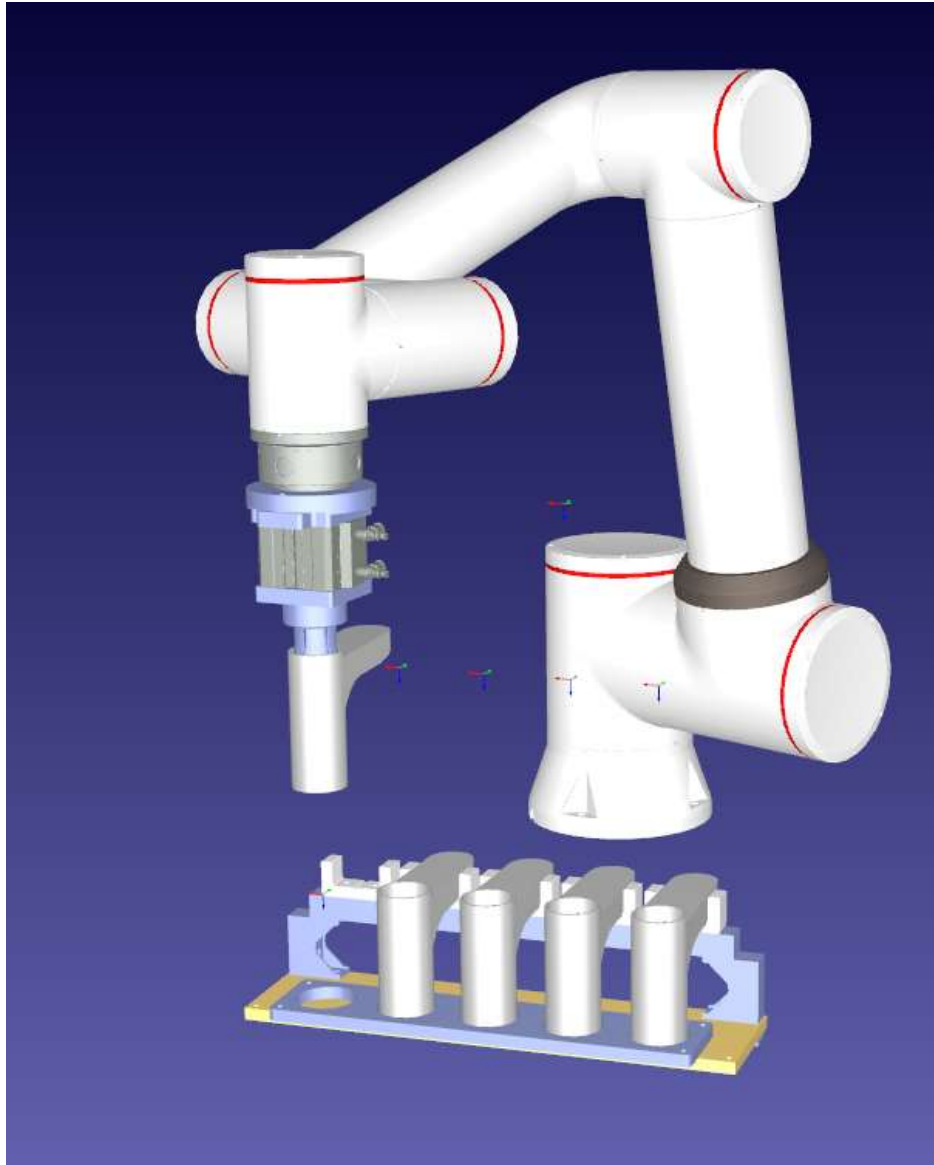


Hình 4.6: Tạo chương trình khởi tạo vị trí gốc

Tiếp theo ta tạo các chương trình gắp/nhả phôi. Ta tạo các điểm mà robot đưa cơ cấu chấp hành tiếp cận phôi rồi dùng lệnh Move J hoặc Move L để robot di chuyển đến các vị trí đó. Để gắp/nhả phôi, ta chuột phải vào điểm gắp phôi, chọn **Add Instruction** rồi chọn **Attach object/ Detach object** và chọn phôi cần gắp/nhả.



Hình 4.7: Tạo chương trình gắp phôi

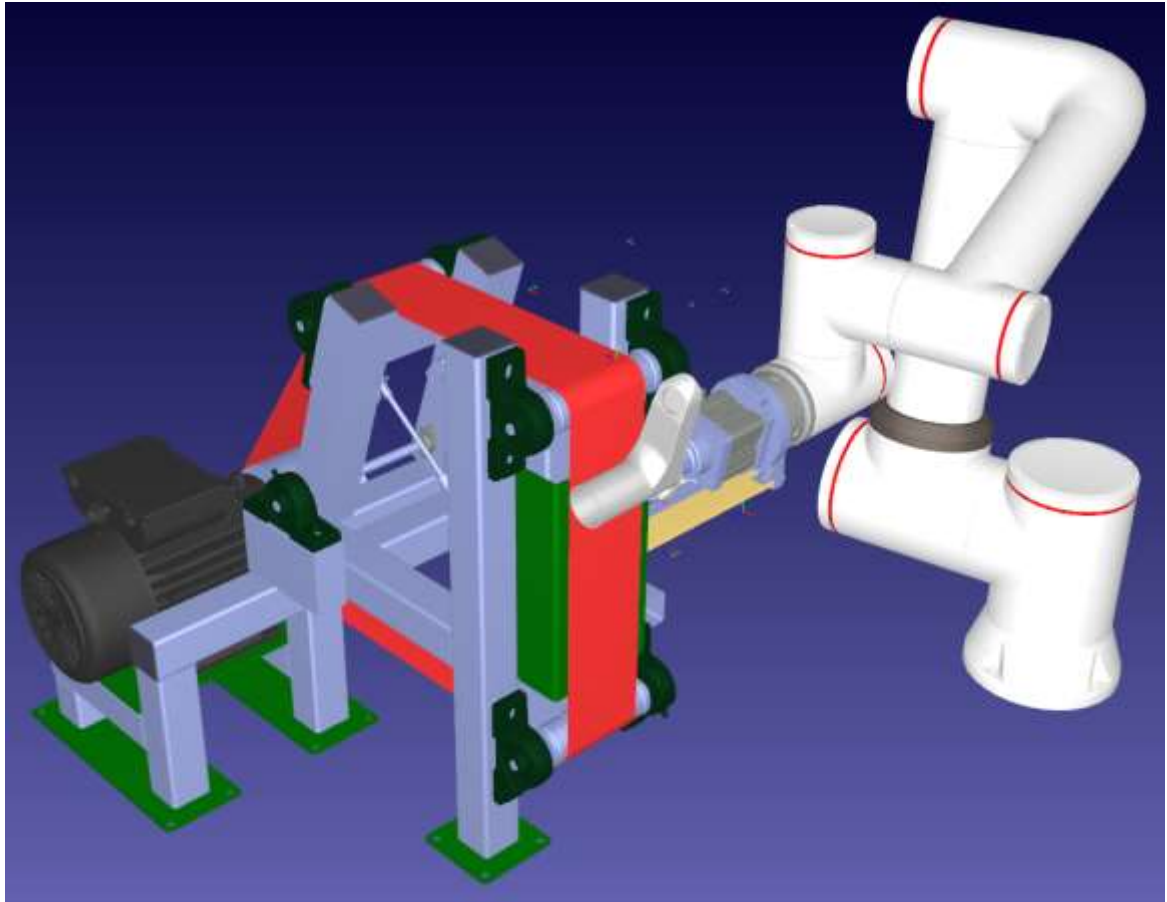


Hình 4.8: Robot gấp phôi trong RoboDK

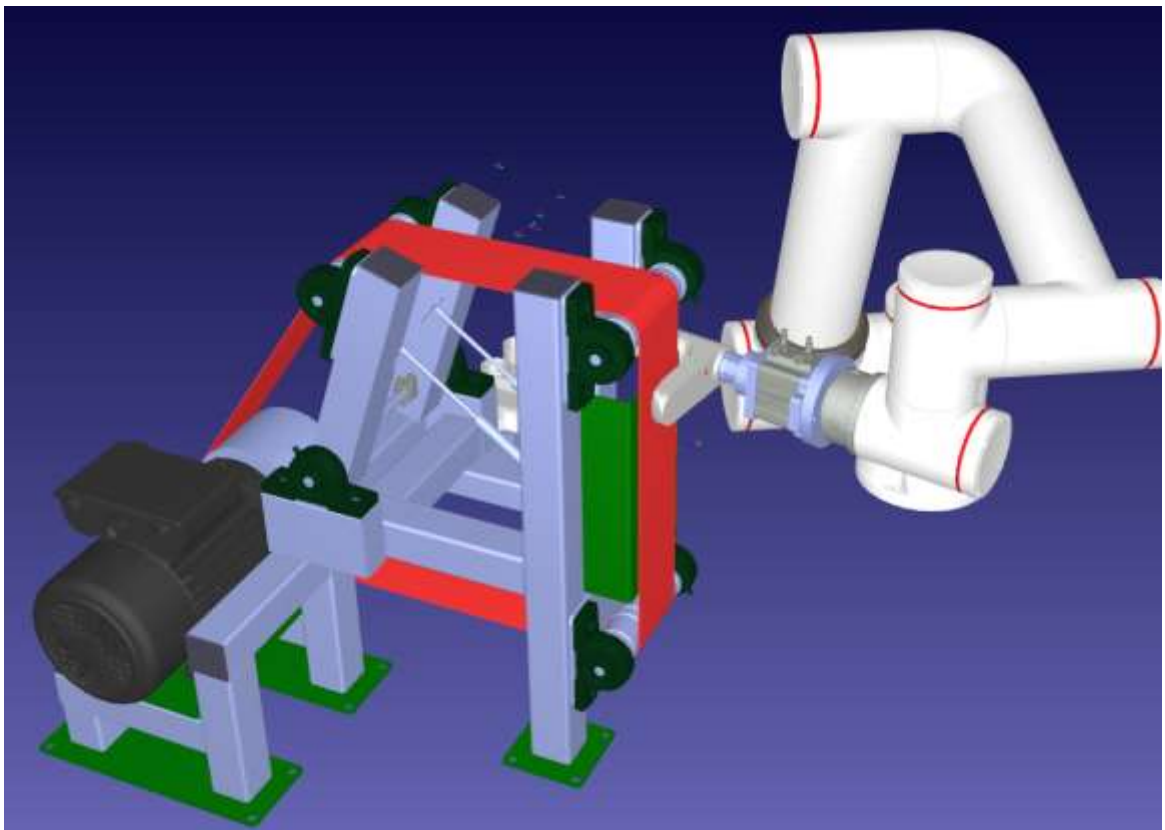
Cuối cùng, ta tạo các chương trình mài các bề mặt bằng lệnh Move J và Move L để di chuyển giữa các điểm.

Lệnh **MoveJ** là chuyển động mà robot sẽ di chuyển các khớp (*Joint*) một cách phối hợp để đi đến điểm đích. Đường đi của đầu công cụ (TCP) không bắt buộc là một đường thẳng.

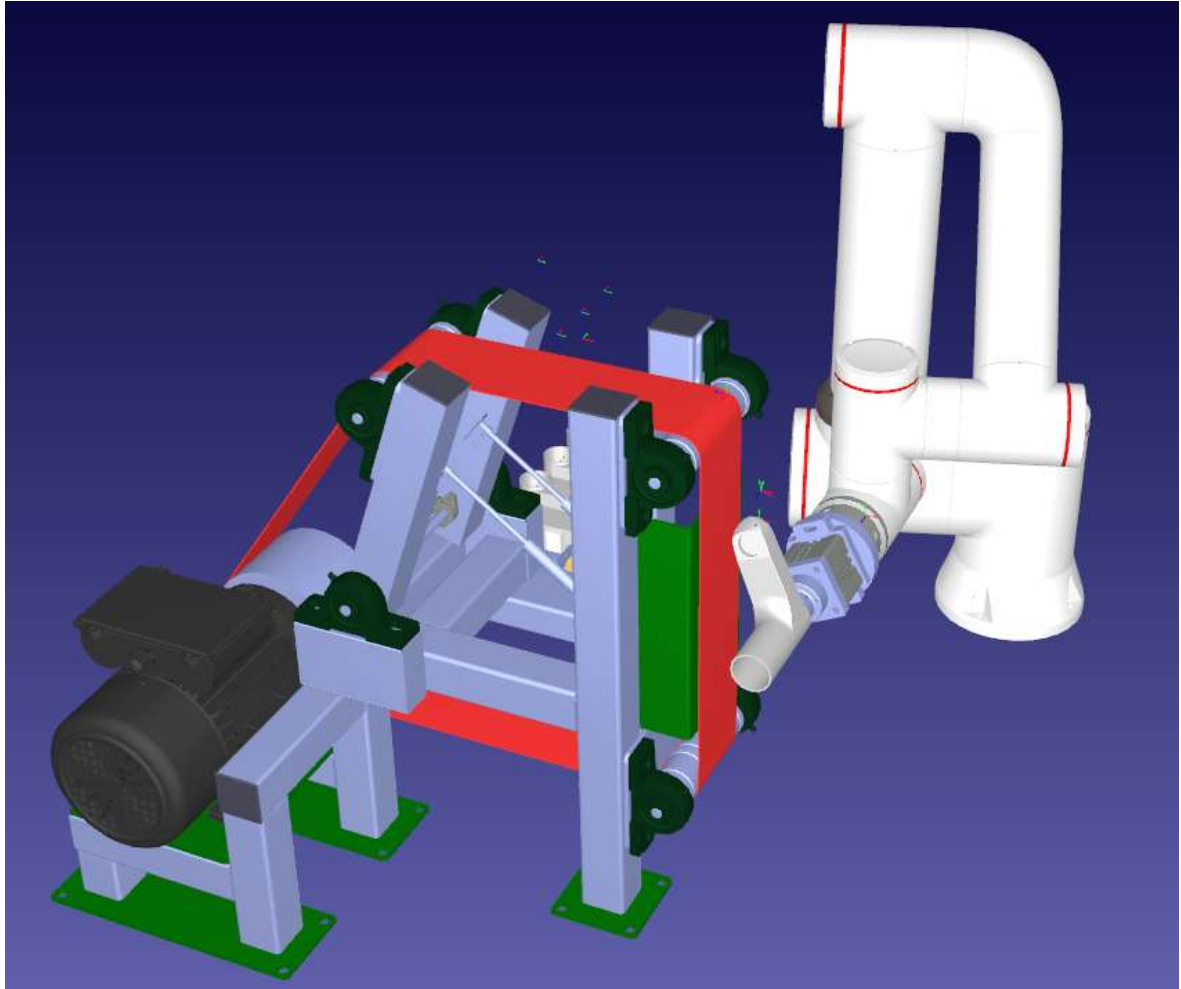
Lệnh **MoveL** điều khiển robot để TCP (*Tool Center Point*) di chuyển theo một đường thẳng trong không gian Descartes (XYZ), từ điểm bắt đầu đến điểm đích. Lệnh này rất phù hợp trong các ứng dụng hàn, tra keo, cắt lazer hay in 3D.



Hình 4.9: Mài mặt trụ ngoài



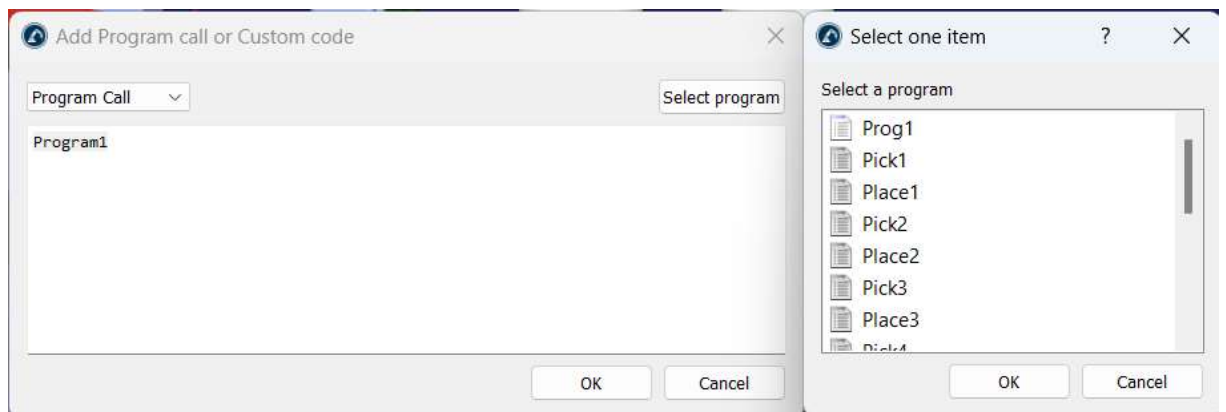
Hình 4.10: Mài mặt dưới



Hình 4.10: Mài mặt bên

4.2.5: Tạo chương trình chính

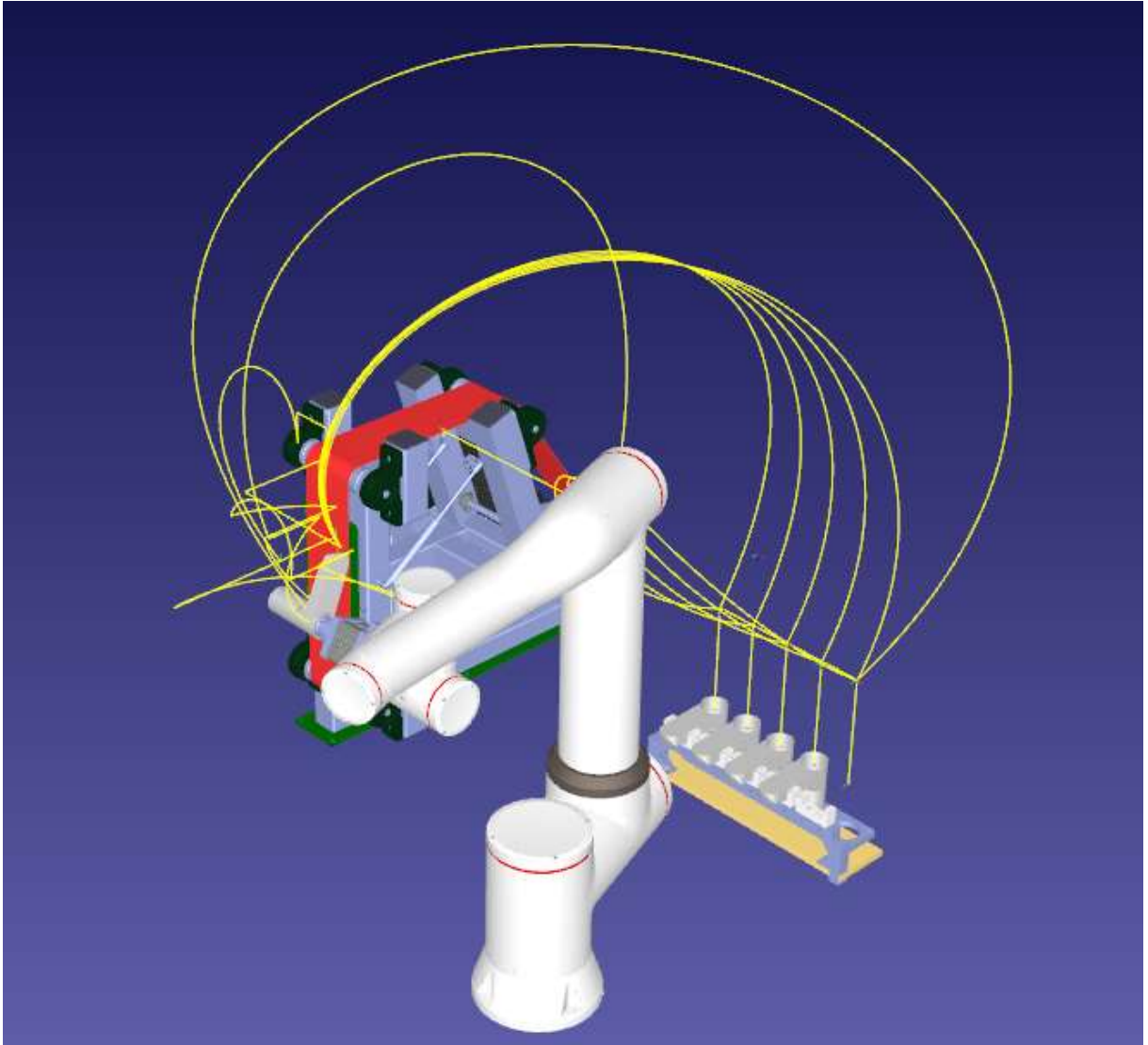
Sau khi tạo các chương trình con, ta tạo một chương trình chính sau đó ấn chuột phải vào chương trình này, chọn Add Instruction rồi chọn Program Call Instruction rồi lần lượt thêm các chương trình con vào.



Hình 4.11: Thêm chương trình con vào chương trình chính

4.2.6: Chạy chương trình mô phỏng

Để chạy mô phỏng, ta ấn đúp chuột trái vào chương trình chính rồi theo dõi mô phỏng xem cần sửa đổi gì không. Để xem quỹ đạo của TCP, ta ấn chốt phải vào chương trình rồi tích vào **Display Path**.



Hình 4.11: Chạy mô phỏng

KẾT LUẬN

Trong khuôn khổ đề án tốt nghiệp với đề tài “**Thiết kế và chế tạo hệ thống mài vôi nước tự động**”, bằng việc vận dụng các kiến thức, kỹ năng được học và trau dồi trong suốt 5 năm học, em đã thực hiện các nội dung chính như sau:

- Tìm hiểu quy trình sản xuất vôi nước, đặc biệt là công đoạn mài và đánh bóng bề mặt – một bước quan trọng nhằm nâng cao tính thẩm mỹ và chất lượng sản phẩm.
- Phân tích tính cấp thiết và xu hướng ứng dụng tự động hóa trong ngành cơ khí, từ đó đề xuất giải pháp sử dụng cánh tay robot kết hợp với máy mài đai nhám nhằm tự động hóa quá trình mài vôi nước.
- Thiết kế chi tiết hệ thống, bao gồm: cơ cấu gá kẹp sản phẩm, cụm truyền động dây đai nhám, cơ cấu căng đai và tích hợp với robot cộng tác 6 bậc tự do.
- Tính toán lực cắt, công suất mài từ đó tính toán lực căng đai nhám và lựa chọn thiết bị truyền động phù hợp.
- Mô phỏng và phân tích ứng suất – biến dạng của các chi tiết quan trọng để đảm bảo độ bền và hiệu quả vận hành của hệ thống.

Kết quả đạt được cho thấy hệ thống đề xuất có khả năng đáp ứng tốt yêu cầu về độ chính xác, độ nhẵn bề mặt và tính ổn định, đồng thời góp phần giảm lao động thủ công, nâng cao năng suất và chất lượng, độ đồng nhất của sản phẩm.

Tuy nhiên, do giới hạn về thời gian và điều kiện thực tế, đề án vẫn còn một số điểm cần được tiếp tục hoàn thiện như: đánh giá độ mòn đai nhám theo thời gian, từ đó tính toán được chu kỳ thay đai định kỳ, tối ưu hóa quỹ đạo robot, thử nghiệm trên nhiều dạng sản phẩm có kích thước, vật liệu khác nhau và đưa ra các chế độ cắt tối ưu cho từng loại. Bên cạnh đó, cũng có thể cải tiến sản phẩm ở một số điểm như: thêm hệ thống hút bụi mài, tích hợp thêm các hệ thống đảm bảo an toàn cho người và máy móc trong quá trình vận hành. Em xin tiếp thu và coi đó là định hướng để phát triển đề tài trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

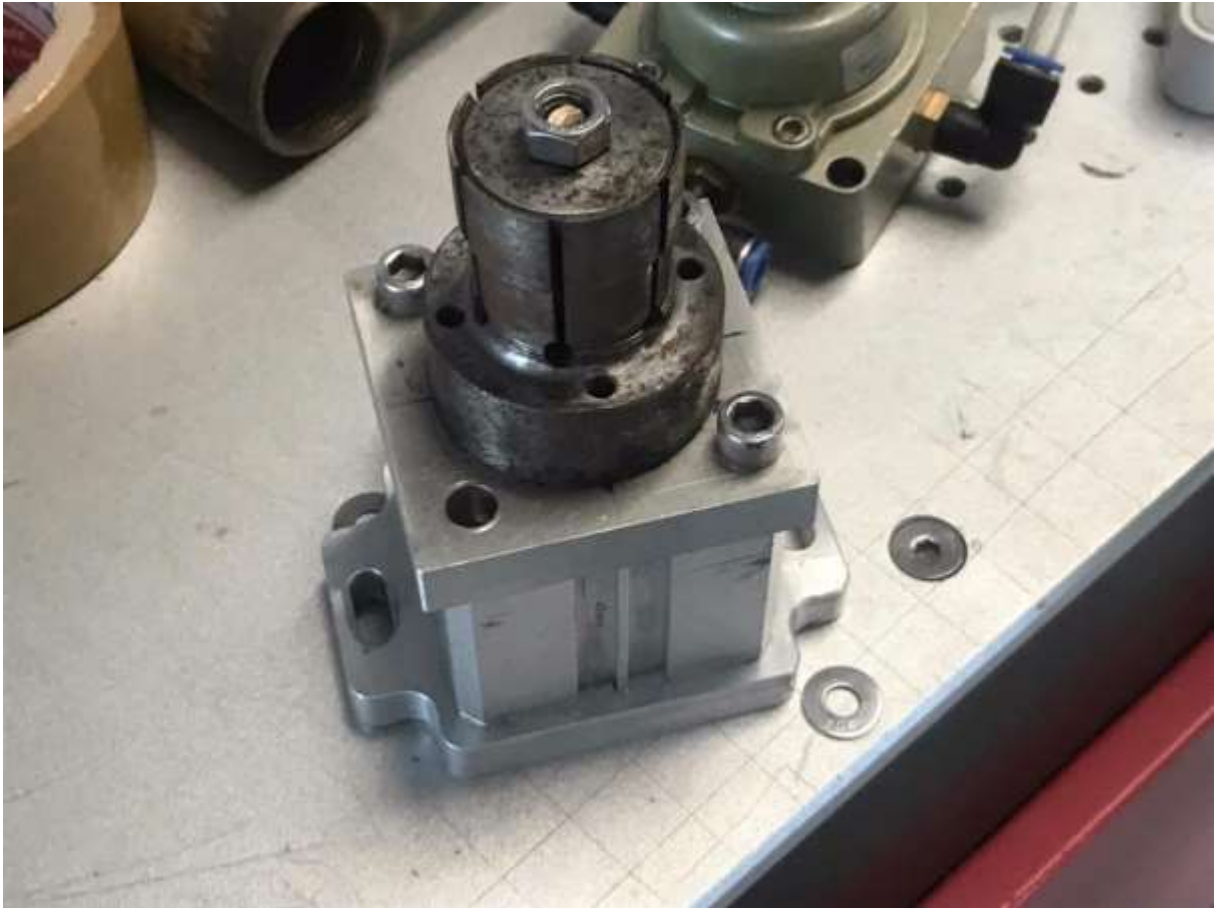
- [1]. GS.TS. Nguyễn Đắc Lộc, PGS.TS. Lê Văn Tiến, PGS.TS. Ninh Đức Tôn, PGS.TS. Trần Xuân Việt, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy, tập 1*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [2]. GS.TS. Nguyễn Đắc Lộc, PGS.TS. Lê Văn Tiến, PGS.TS. Ninh Đức Tôn, PGS.TS. Trần Xuân Việt, *Sổ tay Công nghệ Chế tạo máy, tập 2*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [3]. GS.TS. Trần Văn Địch, *Thiết kế đồ án Công nghệ Chế tạo máy*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
- [4]. PGS.TS Lưu Đức Bình, *Trang bị công nghệ*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2023.
- [5]. Saint-Gobain Abrasives – Norton Technical Team, *Norton Abrasives Technical Guide*.
- [6]. Juvinall & Marshek, *Fundamentals of Machine Component Design*.

PHỤ LỤC

MỘT SỐ HÌNH ẢNH CỦA CÁC CƠ CẤU SAU KHI CHẾ TẠO VÀ LẮP RÁP



Hình 1: Máy mài đai nhám



Hình 2: Cơ cấu kẹp phôi