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

PBL 1: THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG DẪN ĐỘNG
NHÓM 21.05A

ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ HỘP GIẢM TỐC KIỂU 2 CẤP ĐỒNG TRỤC DẪN ĐỘNG BĂNG TẢI

Giáo viên hướng dẫn: TS. LÊ HOÀI NAM
TS. PHẠM ANH ĐỨC
TS. TRẦN ĐÌNH SƠN

Sinh viên thực hiện: NGUYỄN VĂN THÀNH

Lớp: 21CDTCLC1(21.05A)

Đà Nẵng, tháng 4/2023

LỜI NÓI ĐẦU

Như chúng ta đã biết trong lĩnh vực kĩ thuật, việc thiết kế, gia công chế tạo những chi tiết là những bước quan trọng để tạo ra những sản phẩm phục vụ cho mục đích đời sống. Về thiết kế hộp giảm tốc là một dự án giáo dục thực hành cho sinh viên để phát triển các kỹ năng và kiến thức trong lĩnh vực cơ khí.

Trong dự án này, sinh viên sẽ được yêu cầu thiết kế và chế tạo một hộp giảm tốc dựa trên các yêu cầu kỹ thuật nhất định. Trên cơ sở đã được học trong môn: Thiết kế máy, Chi tiết và cơ cấu máy, KT chế tạo máy , CN CAD/CAM, Sức bền vật liệu,Vật liệu kĩ thuật,… Chúng tôi đã thực hiện một đồ án đầu tiên của mình gọi tắt là PBL1"TK mô phỏng HT dẫn động". Với mục đích là vận dụng những kiến thức đã học cũng như tìm hiểu những kiến thức mới về thiết kế máy bằng phần mềm thiết kế **Fushion 360,Autocad** và một số chi tiết từ các trang web **skf.com.vn, vn.misumi-ec.com**

Tuy nhiên vì kiến thức của chúng tôi vẫn còn hạn chế và thời gian thực hiện đề tài không nhiều, nên chúng tôi có thể không tránh khỏi một số sai sót và hạn chế trong quá trình thực hiện đề tài. Mặc dù chúng tôi đã thiết kế và tính toán các chi tiết và thông số nhưng vẫn còn một số yếu điểm chưa được thực tế hóa, vẫn mang tính lý thuyết. Vì vậy, chúng tôi rất mong nhận được sự đóng góp và sửa chữa từ các thầy, nhằm giúp cho đề tài này trở nên khả thi hơn và đạt được kết quả tốt nhất.

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn các thầy đã hướng dẫn chúng tôi hoàn thành trong đồ án đầu tay này.

MỤC LỤC

Nội dung thuyết minh sẽ bao gồm:

- **Lời nói đầu**
- **Phần 1. Thiết kế**

Chương 1: Giới thiệu chung về đầu đề đồ án, các loại hộp giảm tốc
Chương 2: Tính chọn động cơ điện và phân phối tỷ số truyền
Chương 3: Thiết kế các bộ truyền (bộ truyền ngoài, bộ truyền trong)
Chương 4: Thiết kế trục và tính then
Chương 5: Thiết kế gối đỡ trục
Chương 6: Tính chọn nối trục
Chương 7: Thiết kế vỏ hộp giảm tốc và các chi tiết máy khác
Chương 8: Bôi trơn và che kín
Chương 9: Lựa chọn kiểu lắp cho các mối ghép

- **Phần 2. Mô phỏng**

Chương 1: Thiết kế 3D các cặp BR và các trục truyền HGT
Chương 2: Mô phỏng các đặc tính kỹ thuật của bánh răng
Chương 3: Mô phỏng phân tính và kiểm tra các độ bền của các trục HGT

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lẫm, "*Thiết kế chi tiết máy*", NXB Giáo dục, 1999 [1]
Trịnh Chất, Lê Văn Uyển , "*Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí*", NXB Giáo dục, 2003 [3]

PHẦN 1 : THIẾT KẾ (DESIGN)

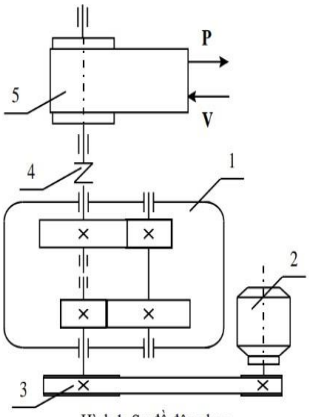
CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐẦU ĐỀ ĐỒ ÁN CÁC LOẠI HỘP GIẢM TỐC

1) GIỚI THIỆU ĐẦU

ĐẦU ĐỀ THIẾT KẾ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG DẪN ĐỘNG THIẾT KẾ HỘP GIẢM TỐC KIỂU 2 CẤP ĐỒNG TRỤC DẪN ĐỘNG BĂNG TẢI

1.1) Số liệu cho trước:

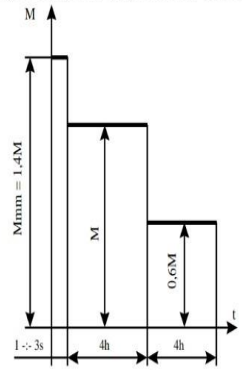
1. Lực kéo bang tải: P = 9000 N
2. Vận tốc băng tải: V = 0.78 m/s
3. Đường kính tang: D = 350 mm
4. Đặc tính tải trọng: Tải thay đổi, rung động nhỏ
5. Thời gian phục vụ: T = 5 năm
   Một năm làm việc 300 ngày, một ngày làm việc 8 giờ
6. Làm việc một chiều



Hình 1: Sơ đồ động học
1. Hộp giảm tốc, 2. Động cơ điện, 3. Bộ truyền đai dẹt, 4. Nối trục đàn hồi, 5. Băng tải

1.2) Nội dung đồ án:

- Tính chọn công suất động cơ điện và phân phối tỷ số truyền
- Thiết kế trục và tính then
- Thiết kế gối đỡ trục
- Tính chọn nối trục
- Cấu tạo vỏ hộp giảm tốc và các chi tiết máy khác
- Bôi trơn, che kín hộp giảm tốc
- Lựa chọn kiểu lắp cho các mối ghép



Hình 2: Đồ thị thay đổi của tải trọng (momen xoắn) tác dụng lên hệ thống theo thời gian t

1.3) Khối lượng đồ án:

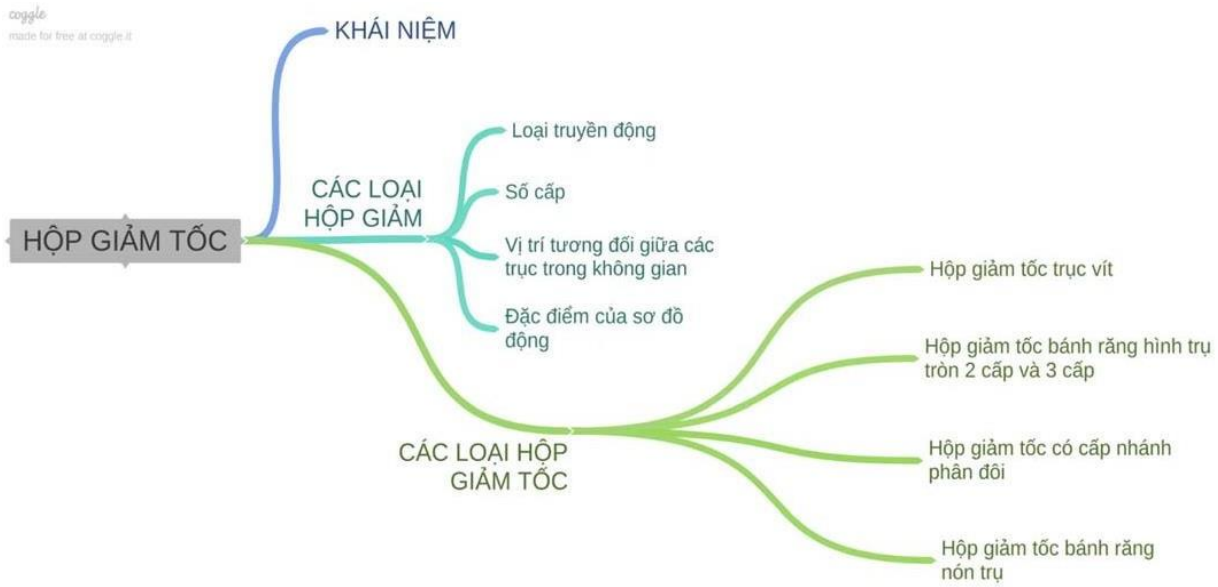
- 01 thuyết minh
- 01 bản vẽ A0 vẽ lắp hộp giảm tốc

- Trong thiết kế các bộ phận máy, cần bố trí sao cho hệ thống dẫn động nhỏ gọn, tiện lợi cho vận hành, bảo quản và sửa chữa. Để hoàn thành tốt nhiệm vụ thiết kế, trước hết cần nghiên cứu kỹ vật liệu đã cho, tham khảo các thiết bị tương tự đã có và tài liệu liên quan đến đề tài. Sau đó, tiến hành thiết kế bằng cách đề ra một số phương án sơ đồ động học và chọn ra phương án hợp lý nhất. Tiếp theo, thiết kế các bộ truyền, tính toán trục, chọn then, ổ và tính toán kích thước của vỏ máy. Cuối cùng, tổng hợp các kích thước của các bộ phận máy để vẽ toàn bộ hệ thống .
- Sau khi hoàn thành việc thiết kế bản vẽ chế tạo, ta cần thực hiện phần mô phỏng để kiểm tra tính hiệu quả của hệ thống dẫn động. Phần mô phỏng được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm mô phỏng **Fushion 360**

- Trong quá trình mô phỏng, kết quả của mô phỏng sẽ cho ta biết về tình trạng hoạt động của hệ thống dẫn động và nếu cần thiết, ta có thể điều chỉnh thiết kế để cải thiện hiệu suất hoạt động.

- Sau khi hoàn thành phần mô phỏng và thực hiện điều chỉnh nếu cần, ta có thể tiến hành sản xuất và lắp ráp hệ thống dẫn động. Quá trình này bao gồm gia công các bộ phận máy, lắp ráp, kiểm tra chất lượng và bảo trì hệ thống để đảm bảo hoạt động ổn định và hiệu quả trong thời gian dài.

1.4) Phân loại:



Sơ đồ mindmap về khái niệm chung hộp giảm tốc

Khái niệm:

- Hộp giảm tốc là cơ cấu truyền động bằng ăn khớp trực tiếp, có tỉ số truyền không đổi, thường đi kèm với động cơ máy khuấy, có 2 tác dụng chính:

- Giảm tốc: Vì động cơ (theo chuẩn quốc tế) thường có tốc độ cao, trong khi nhu cầu sử dụng thực tế (tốc độ đầu ra) lại thấp, cho nên sẽ cần tới hộp giảm tốc để điều chỉnh vòng quay để được tốc độ như ý.
- Tăng tải: Lắp hộp giảm tốc vào động cơ làm tăng moment xoắn, từ đó làm tăng khả năng tải trọng và độ khỏe của trục ra.

➢ **Ưu điểm**: Hiệu suất cao, có khả năng truyền những công suất khác nhau, tuổi thọ lớn, làm việc chắc chắn và sử dụng đơn giản.

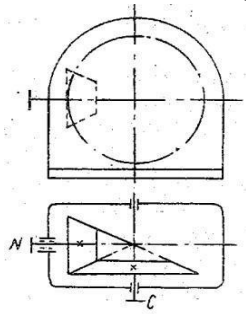
➢ **Nhược điểm**: Tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng nên hộp giảm tốc được phân chia nhiều loại khác nhau, vì vậy sẽ cói những hạn chế xảy ra.

2) CÁC LOẠI HỘP GIẢM TỐC

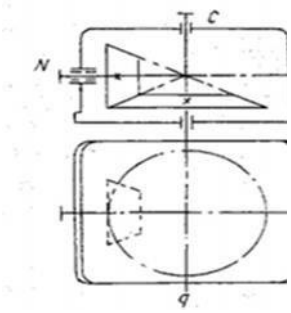
2.1) Hộp giảm tốc bánh răng nón 1 cấp

- Ưu điểm : Nhỏ gọn tối ưu hóa không gian

- Nhược điểm : Tỉ số truyền nhỏ



Sơ đồ hộp giảm tốc bánh răng một cấp nằm ngang[1] đứngthẳng[1]



Sơ đồ hộp giảm tốc bánh rang một cấp

2.2) Hộp giảm tốc bánh răng côn

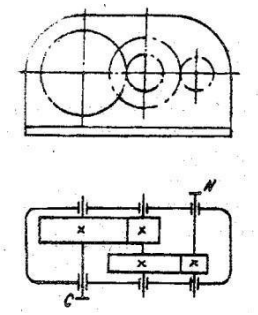
- **Ưu điểm**:
  - Dễ sử dụng.
  - Thuận tiện trong việc bảo trì và sửa chữa.
  - Hiệu suất làm việc cao và giải nhiệt tốt.
- **Nhược điểm**: Kích thước lớn và chiếm diện tích.

2.3) Hộp giảm tốc bánh răng hình trụ tròn 2 cấp và 3 cấp

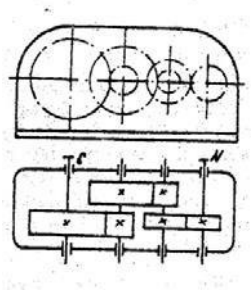
- Ưu điểm : Kích thước chiều dài trọng lượng của hộp giảmtốc này bé hơn các hộp giảm tốc khác.

- Nhược điểm :

- Khả năng chịu tải trọng của cấp nhanh chưa dung hết.
- Hạn chế khả năng chọn phương án bố trí.
- Khó bôi trơn bộ phận ổ trục ở giữa hộp.
- Khoảng cách của các gối đỡ của trục trung gian lớn muốn đảm bảo phải tăng đường kính trục.



Hình 2.5 Sơ đồ hộp giảm tốc 2 cấp [1]



Hình 2.6 Sơ đồ hộp giảm tốc 3 cấp [1]

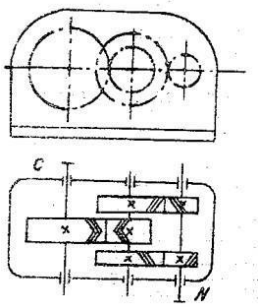
2.4) Hộp giảm tốc có cấp nhánh phân đôi

- Ưu điểm:

- Tải trọng phân bố đều trên các trục.
- Sử dụng hết khả năng của vật liệu..
- Bánh rang phân bố đối xứng với ổ.
- Sự tập trung tải trọng theo chiều dài rang ít hơn so với độ khai triển.

- Nhược điểm:

- Chiều rộng của hộp tăng lên một ít.
- Cấu tạo bộ phận ổ phức tạp hơn.
- Số lượng chi tiết và khối lượng gia công tăng. Sơ đồ hộp giảm tốc hai cấp và ba cấp khai triển.



Hình 2.6 Sơ đồ hộp giảm tốc đồng trục [1]

2.5) Hộp giảm tốc trục vít

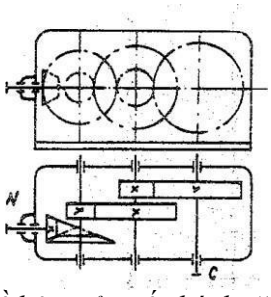
- Ưu điểm:

- Bền trong các môi trường chịu tải nặng.
- Đồng thời có tính năng tự hãm cao với các kiểu đa dạng:
  - Dạng đứng
  - Dạng úp
  - Dạng mặt loa

  => ghép 2 hộp số.

- Nhược điểm:

- Hiệu suất thấp, sinh nhiệt (do có trượt dọc răng)
- Vật liệu bánh vít (đồng thanh): đắt tiền
- Yêu cầu cao về độ chính xác lắp ghép



Hình 2.11 Sơ đồ hộp giảm tốc bánh răng – nón trụ ba cấp [1]

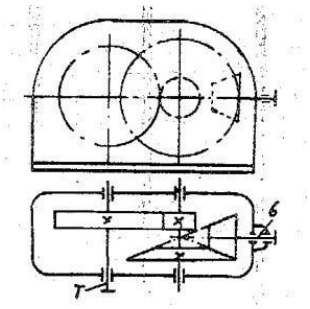
2.6) Hộp giảm tốc bánh răng nón trụ

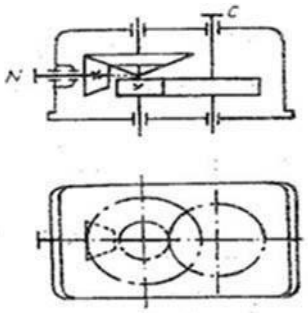
- Ưu điểm:

- Loại hộp giảm tốc này giải nhiệt tốt
- Cấu tạo đơn giả

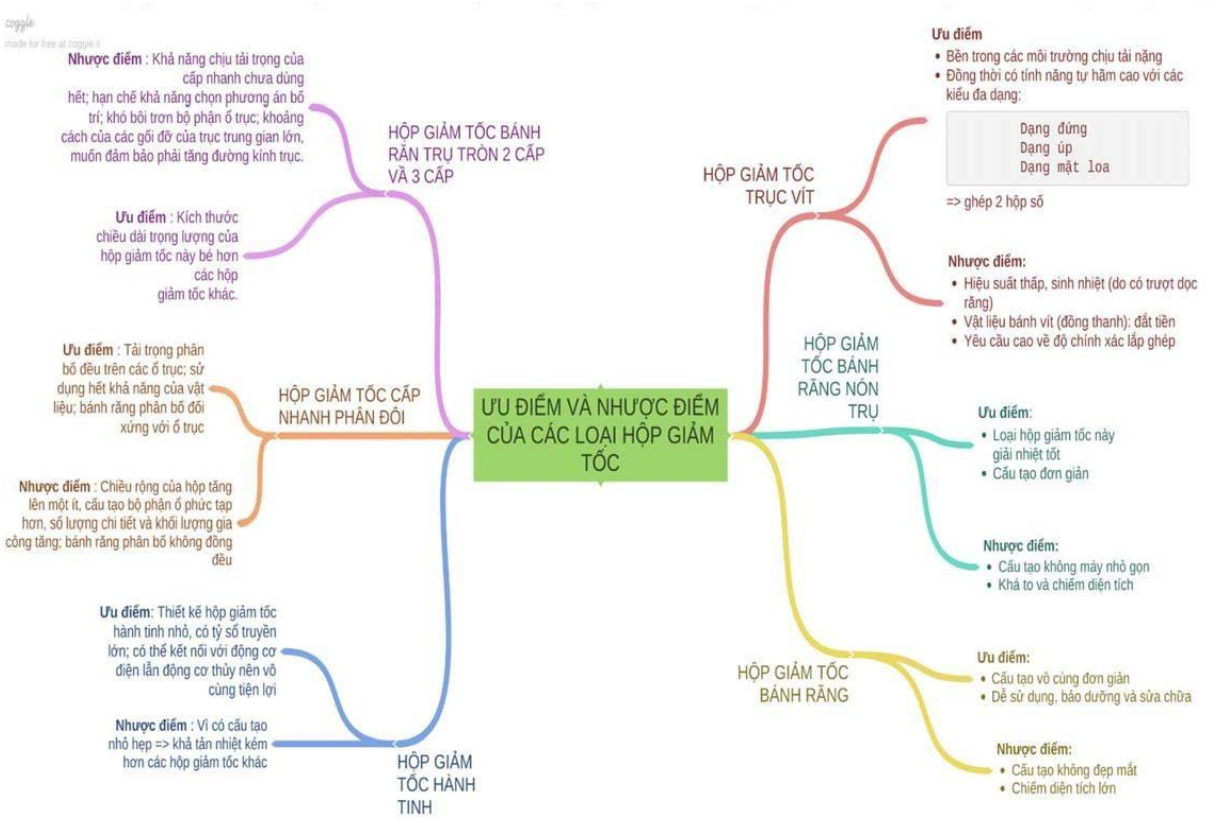
-Nhược điểm:

- Cấu tạo không máy nhỏ gọn
- Khá to và chiếm diện tích





Hình 2.9 Hộp giảm tốc bánh răng – nón trụ hai cấp nằm ngang[1] Hình 2.10 Hộp giảm tốc bánh rang – nón trụ 2 cấp thẳng đứng[1]



Sơ đồ mindmap giới thiệu về các loại hộp giảm tốc

3) Thế nào là hộp giảm tốc 2 cấp đồng trục?

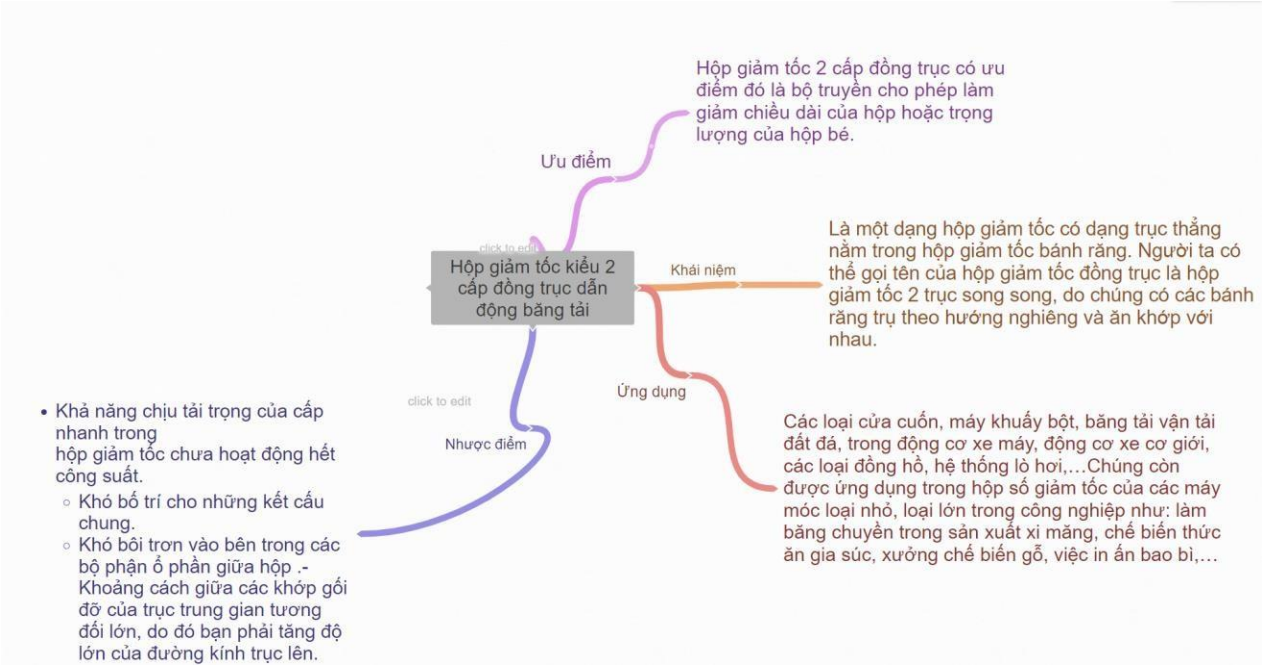
3.1) Khái niệm: Là một dạng hộp giảm tốc có dạng trục thẳng nằm trong hộp giảm tốc bánh răng. Người ta có thể gọi tên của hộp giảm tốc đồng trục là hộp giảm tốc 2 trục song song, do chúng có các bánh răng trụ theo hướng nghiêng và ăn khớp với nhau.

3.2) Ứng dụng:

- Hầu hết mọi người đều phải công nhận tầm quan trọng của hộp giảm tốc 2 cấp trong công nghiệp cùng với các lĩnh vực sản xuất như luyện kim, gia công, chế biến, khai thác khoáng sản,…Hộp giảm tốc được ứng dụng trong rất nhiều ngành nghề sản xuất. Ví dụ như: các loại cửa cuốn, máy khuấy bột, băng tải vận tải đất đá, trong động cơ xe máy, động cơ xe cơ giới, các loại đồng hồ, hệ thống lò hơi,…Chúng còn được ứng dụng trong hộp số giảm tốc của các máy móc loại nhỏ, loại lớn trong công nghiệp như: làm băng chuyền trong sản xuất xi măng, chế biến thức ăn gia súc, xưởng chế biến gỗ, việc in ấn bao bì,… Nói chung là rất nhiều ứng dụng vô cùng đa dạng, do đó hộp giảm tốc đóng 1 vai trò quan trọng trong hầu hết các hoạt động sản xuất.

- **Ưu điểm**: Hộp giảm tốc 2 cấp đồng trục có ưu điểm đó là bộ truyền cho phép làm giảm chiều dài của hộp hoặc trọng lượng của hộp bé.
- **Nhược điểm:**

- Khả năng chịu tải trọng của cấp nhanh trong hộp giảm tốc chưa hoạt động hết công suất.
- Khó bố trí cho những kết cấu chung.
- Khó bôi trơn vào bên trong các bộ phận ổ ở phần giữa hộp.
- Khoảng cách giữa các khớp gối đỡ của trục trung gian tương đối lớn, do đó bạn phải tăng độ lớn của đường kính trục lên.



Mindmap về hộp giảm tốc kiểu 2 cấp đồng trục dẫn động băng tải

CHƯƠNG 2: TÍNH CHỌN ĐỘNG CƠ ĐIỆN VÀ PHÂN PHỐI TỈ SỐ TRUYỀN

1) Tính chọn động cơ điện

- Lý do tại sao phải chọn đúng đồng cơ điện ?

- Nếu chọn motor thiếu công suất sẽ không thể kéo tải được hoặc chạy không đạt tốc độ gây nóng dẫn đến giảm tuổi thọ động cơ, thậm chí cháy hỏng ngay khi vừa sử dụng.
- Nếu chọn động cơ thừa công suất sẽ gây lãng phí công suất và tiền bạc đầu tư cho 1 băng tải, dẫn đến báo giá băng tải cũng đội lên khá cao.
- Nếu chọn động cơ không đúng nguyên lý hoạt động sẽ dẫn đến khi lắp đặt có thể không phù hợp, hoặc nhân viên lắp ráp hệ thống điện cho băng tải sẽ rất khó khăn để hoàn thành hay chọn mua sai thiết bị đi cùng như aptomat, contactor.
- Khi công suất motor đạt đủ yêu cầu nhưng không đạt tốc độ quay (rpm) thì băng tải cũng sẽ không đáp ứng được thời gian làm việc mà khách hàng yêu cầu

- Vậy làm thế nào để chọn đúng đồng cơ điện ?

Sơ đồ mindmap chọn động cơ điện

2) Chọn công suất của động cơ điện

- Chọn động cơ điện thì ta phải tìm công suất cần thiết. Ta áp dụng công thức: $N_{ct} = \frac{N}{\eta}$

Gọi: N_{ct} *là công suất cần thiết*
N *là công suất trên băng tải*
η *là hiệu suất chung*

- Với $N = \frac{P.V}{1000} = \frac{9000.0,78}{1000} = 7,02$ KW

- Với $\eta = \eta_{br}^2 \times \eta_đ \times \eta_{ol}^4 \times \eta_k = 0,8807226452$

- Trong đó :

$\eta_đ = 0,955$ - *Hiệu suất bộ truyền đai*
$\eta_{br} = 0,97$ - *Hiệu suất bộ truyền bánh* răng *(2 cặp bánh răng)*
$\eta_{ol} = 0,995$ - Hiệu suất của một cặp ổ lăn *(4 ổ lăn)*
$\eta_k = 1$ - *Hiệu suất khớp nối*

- Công suất tác dụng là: $N_{td} = \sqrt{\frac{t_1 . N_1^2 + t_2 . N_2^2}{t_1 + t_2}} = 5,788840298$ *KW*

- Trong đó:

t1 = 4 h – thời gian làm việc có tải trọng M
t2 = 4 h – thời gian làm việc có tải trọng 0,6M
$N_1 = 7,02$ KW – công suất ứng với t_1
$N_2 = 0,6 . 7,02 = 4,212$ KW – công suất ứng với t_2

- Từ đây ta có: $N_{ct} = \frac{Ntd}{\eta} = \frac{5,788840298}{0,8807226452} = 6,572830084$ KW

Tra bảng 2P [trang 321 – 323] đối với động cơ không đồng bộ ba pha TL KTCTM Nguyễn Trọng Hiệp 1998

Kiểu động cơ	**Công suất**	**Vận tốc (vg/ph)**	**Hiệu suất (η)**	**M_m / $M_{đm}$**
AO2-51-2	7,5	2950	88	1,6
AO2-51-4	7,5	1460	88,5	1,4
AO2-52-6	7,5	970	87	1,3
AO2-61-8	7,5	725	86,5	1,2

Dựa vào điều kiện mở máy nên chọn công suất động cơ điện có tên: AO2-51-4

- Động cơ này giá thành rẻ và tỷ số truyền động chung có thể phân phối hợp lý cho các bộ truyền trong hệ thống dẫn động.

  - Kiểm tra điều kiện mở máy:

Momen mở máy Mm của động cơ điện phải lớn hơn momen cản ban đầu của phụ tải (Momen cản ban đầu của phụ tải cho trên đồ thị thay đổi tải trọng theo thời gian t, với Mmm = 1.4M)

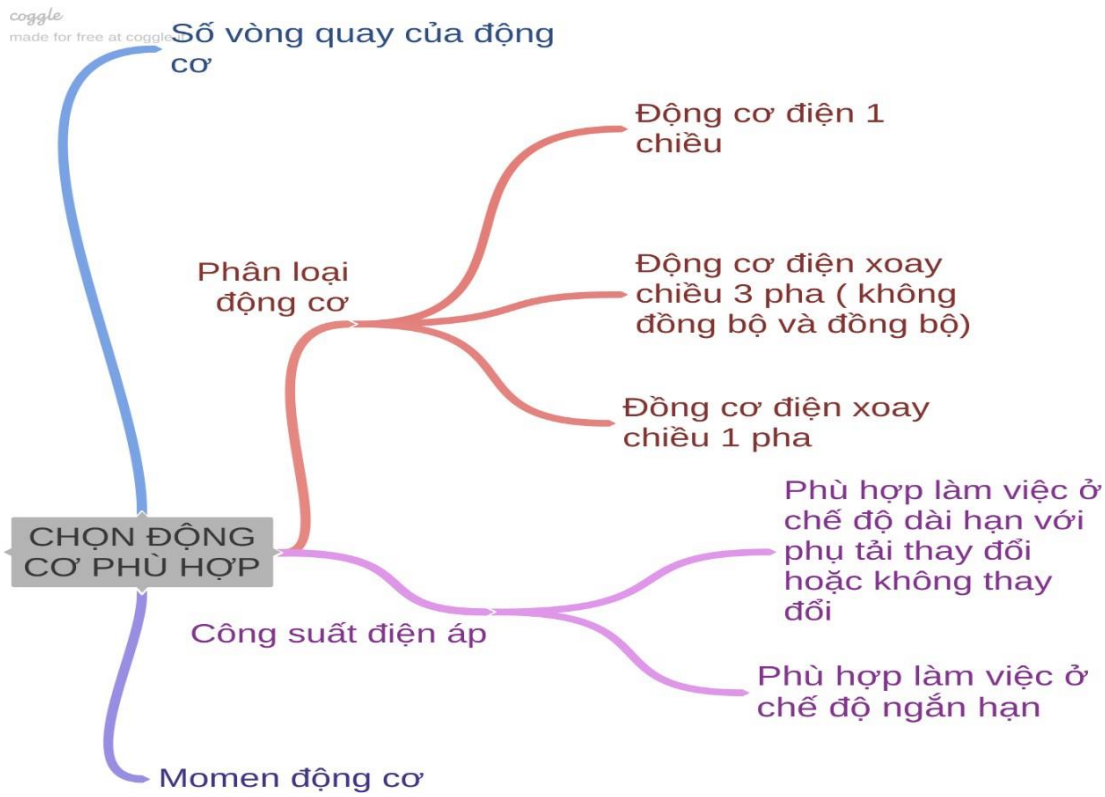
Ta có: $M_m/M_{đm} \geq M_{mm}/M = 1.4$

=>> Thỏa điều kiện

3) Chọn số vòng quay động cơ điện

$N_{đc} = 7,5\ KW$

$n_{đc}$ = 1460 vòng/ phút



Mindmap tính toán tỉ số

4) Tính toán tỷ số truyền

Tỷ số truyền động chung của hệ thống (công thức tính tỉ số truyền [1]) : $i_{chung} = \frac{ndc}{nlv}$

Trong đó: nlv=$\frac{60.1000.V}{\pi D}$=$\frac{60.1000.0,78}{\pi 350}$ = 42,5625791 (vg/ph)

=>> $i_{chung} = \frac{1460}{42,5625791}$ = 34,3024326

Tra bảng 2-2 trang 32 dựa vào tỉ số truyền động trung bình TL TKCTM Nguyễn Trọng Hiệp 1998
Ta chọn : i_{ngoai}= 2,3

Ta có : i_{chung}= $i_{ngoai} \times i_{hop}$ =>> $i_{hop} = \frac{ichung}{ingoai} = \frac{34,3024326}{2,3}$=14,9141011

Trong hộp giảm tốc đồng trục nằm ngang, để bánh rang bị dẫn cấp nhanh và cấp chậm ngâm trong dầu như như nhau nên ta lấy i_{nhanh}= i_{cham}=$\sqrt{ihop}$ =3,8618779

Trong đó:

i_{ngoai} : Tỷ số truyền của các bộ truyền ngoài hộp

i_{hop} : Tỷ số truyền của các bộ truyền trong hộp

i_{nhanh} : Tỷ sô truyền của bộ truyền bánh trụ răng nghiên cấp nhanh

i_{cham} : Tỷ số truyền của bộ truyền bánh trụ răng thẳng cấp chậm

Nguyên tắc phân phối tỷ số truyền:

- Việc phân phối i_{chung} cho các bộ truyền trong HGT dựa trên các nguyên tắc sau:

✓ Bảo đảm khuôn khổ và trọng lượng của HGT là nhỏ nhất

✓ Bảo đảm điều kiện bôi trơn là tốt nhất.

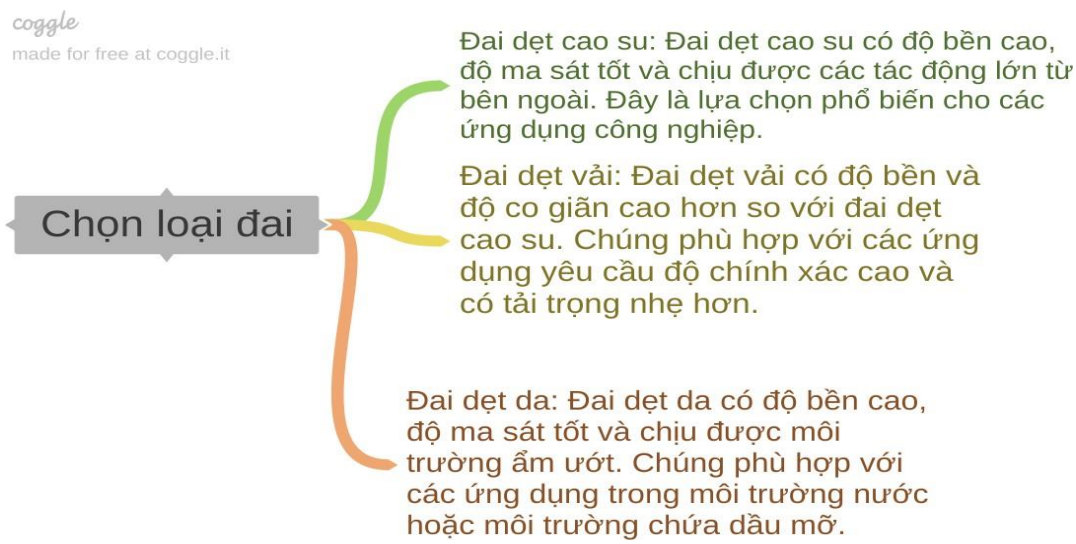
✓ Để bôi trơn các bộ truyền bên trong HGT, chúng ta có thể dùng phương pháp bôi trơn ngâm dầu: Các bánh răng bị dẫn của cấp nhanh và cấp chậm được ngâm trong dầu chứa trong HGT.

Thông số trục	**Động cơ**	**I**	**II**	**III**
i (tỉ số truyền)	34,302433	2,3	3,8618779	3,86188
n (vòng/phút)	1460	634,782609	164,37148	42,5626
N (KW)	7,5	7,1266875	6,843930828	6,57239274

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ CÁC BỘ TRUYỀN

1) Thiết kế bộ truyền ngoài

Sơ đồ mindmap thiết kế bộ truyền ngoài



Sơ đồ mindmap chọn loại đai

1.Chọn loại đai:

Ta chọn loại **Đai vải cao su**.

Vì loại này có sức bền và tính đàn hồi cao, ít bị ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm.

2.Xác định đường kính bánh đai:

Áp dụng công thức Xaverin 5-6 trang 84 TLTKCTM NTH 1998:

Đường kính bánh đai nhỏ:D1=$(1100 \div 1300) \times \sqrt[3]{\frac{N1}{n1}}$

$$= 1100 \times \sqrt[3]{\frac{7,9707273}{1460}} = 194,3410165$$

$$\approx 180\ (mm)\ (\ Chọn\ 1100)$$

Cần kiểm vận tốc theo điều kiện:

$$v = \frac{\pi D1 n1}{60.1000} \le (25 \div 30)\ \ (m/s)$$

$$= \frac{\pi.180.1460}{60.1000}$$

=14,806731(mm) (thỏa điều kiện)

Đường kính bánh đai lớn:

$$D2 = i(ngoai)\,D1(1-\xi) = 2,3.180(1-0,01)$$

$$= 450(mm)\ \ (\ đã\ làm\ tròn\ theo\ bảng\ tiêu\ chuẩn\ 5.1\ )$$

Số vòng quay thực n2 của bánh bị dẫn trong 1 phút:

$$N2 = (1-\xi)\frac{D1}{D2}n1 = (1-0,01)\frac{180}{450}1460 = 578,16(vg/ph)$$

So sánh số vòng quay n2: $\frac{(nI-n2)}{617,4632} = \frac{(634,782609-578,16)}{617,4632}$=0,0979359% (thỏa)

3. Định khoảng cách trục A và chiều dài đai L

Định khoảng cách trục A và chiều dài đai L:

Dựa vào công thức 5-2[1] ta có :

công thức tính khoảng cách trục A theo Lmin như sau:

$$A = \frac{2L - \pi(D2 + D1) + \sqrt{2L - \pi(D2 + D1)^2 - 8(D2 - D1)^2}}{8} \quad (1)$$

Tính từng phần:

Dựa vào công thức 5-9[1] ta có công thức sau:

$Lmin = \frac{v}{umax}$ (Trong đó: umax:3-5,chọn umax=5)

Lmin= $\frac{13,88494}{5}$ =2,776988 (m/s)=2776,988(mm/s)

Từ đó :2L=5553,976 (mm/s)

Từ (1): Ta có A= $\frac{2 \times 2,776988 - \pi(450 - 180) + \sqrt{5553,976 - \pi(450 + 180)^2 - 8(450 - 180)^2}}{8}$

= 883,3776552

Ta chọn A=900 để thỏa mãn điều kiện 5-1[1]

Sau đó tính lại L theo A[Công thức 5-11[1]

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D2 + D1) + \frac{(D2 - D1)^2}{4A}$$

$$= 2.900 + \frac{\pi}{2}(450 + 180) + \frac{(450 - 180)^2}{4.900} = 2724,056314 \text{ mm}$$

Để nối đai sau khi tính xong tăng thêm chiều dài L 100mm: L=2824,506314 mm

Kiếm nghiệm góc ôm trên bánh nhỏ: $\alpha_1 = 180^o - \frac{D2 - D1}{A}.57^o =$

$180^o - \frac{450 - 180}{900}.57^o = 162,9$

Kiểm nghiệm lại điều kiện theo α1 ≥ 150° (5-6) trang 86 tl TK CTM Nguyễn Trọng Hiệp 1998 Chọn : $\alpha_1 = 170(\ thỏa)$

Xác định tiết diện đai:

Dựa vào bảng 5-2[1]để chọn $\left[\frac{\delta}{D1}\right]_{MAX}$

Ta chọn: $\left[\frac{\delta}{D1}\right]_{MAX} = \frac{1}{40}$ Lại có: $\left[\frac{\delta}{D1}\right] \le \left[\frac{\delta}{D1}\right]_{MAX}$ (bảng 5-12[1])

=>> δ=4,5 ≈ 5(làm tròn theo tiêu chuẩn bảng 5.3[1])

Dựa vào công thức trang 86 tl TK CTM Nguyễn Trọng Hiệp 1998 để tính chiều rộng của Đai

Chiều rộng đai: $b \geq \dfrac{P}{\delta\left[\sigma_P\right]_o C_t C_\alpha C_v C_b}$

Trong đó:

Công suất truyền động cơ P = N = 10 kw

Ứng suất căng ban đầu σ_o= 1.8 ÷ 2 [N/mm] (Chọn σ_o=1,8 N/mm)

Dựa vào bảng 5-5 [1]: Chọn $\left[\sigma_P\right]_o$ =2,2 vì ($\dfrac{D1}{\delta}$=36)

Theo bảng 5-6[1]: Chọn hệ số ảnh hưởng của chế độ tải trọng C_t = 0,8 (3ca)

Theo bảng 5-7[1]: Chọn hệ số ảnh hưởng của góc ôm C_α = 0,97 (vì $\alpha \approx 160$)

Theo bảng 5-8[1]: Chọn hệ số bố trí bộ truyền

Cv = 0,95 (vì v= 14,806731 mm)

Theo bảng 5-9[1]: Chọn hệ số bố trí bộ truyền C_b = 1

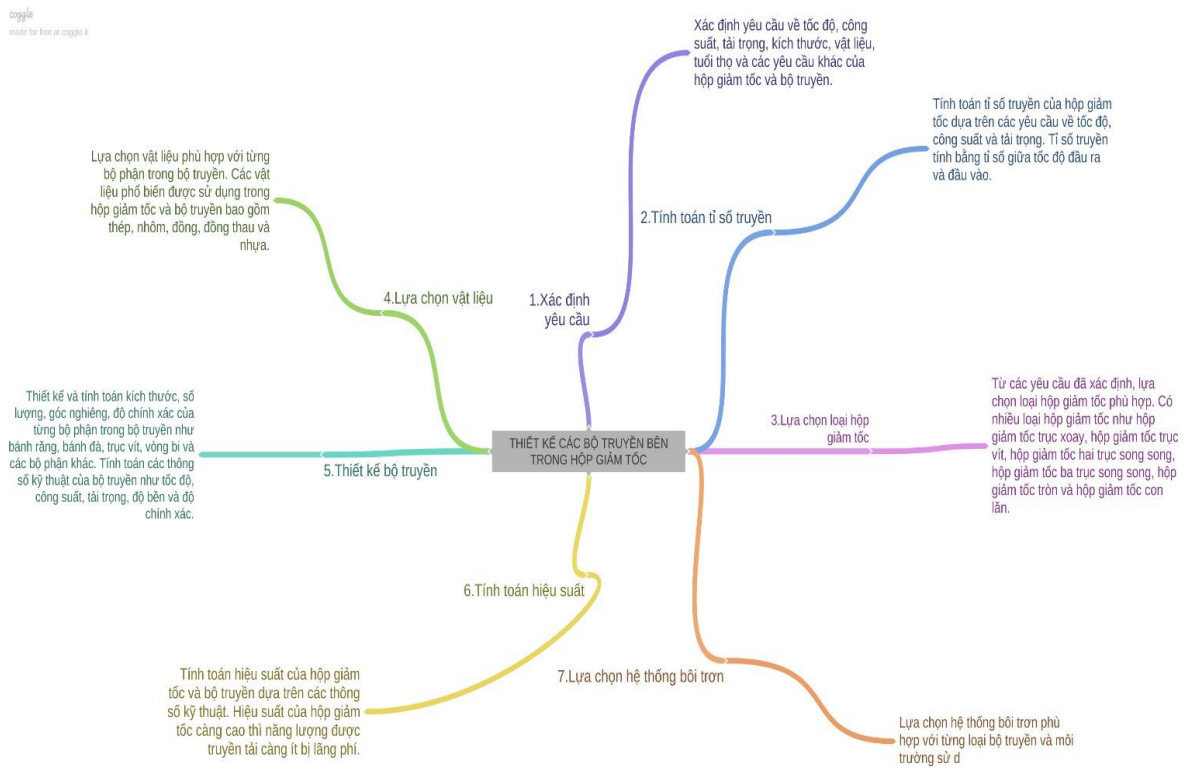
Chiều rộng đai : b= $\dfrac{10}{5\times 2,2\times 0,8\times 0,97\times 0,95\times 1}$ = 66,60997008 =70 (mm)(5-10[1])

Chiều rộng bánh đai: B=1,1b + (10 =>15)=1,1.70+10=87=90 (mm) Tra bảng 5-10[1]

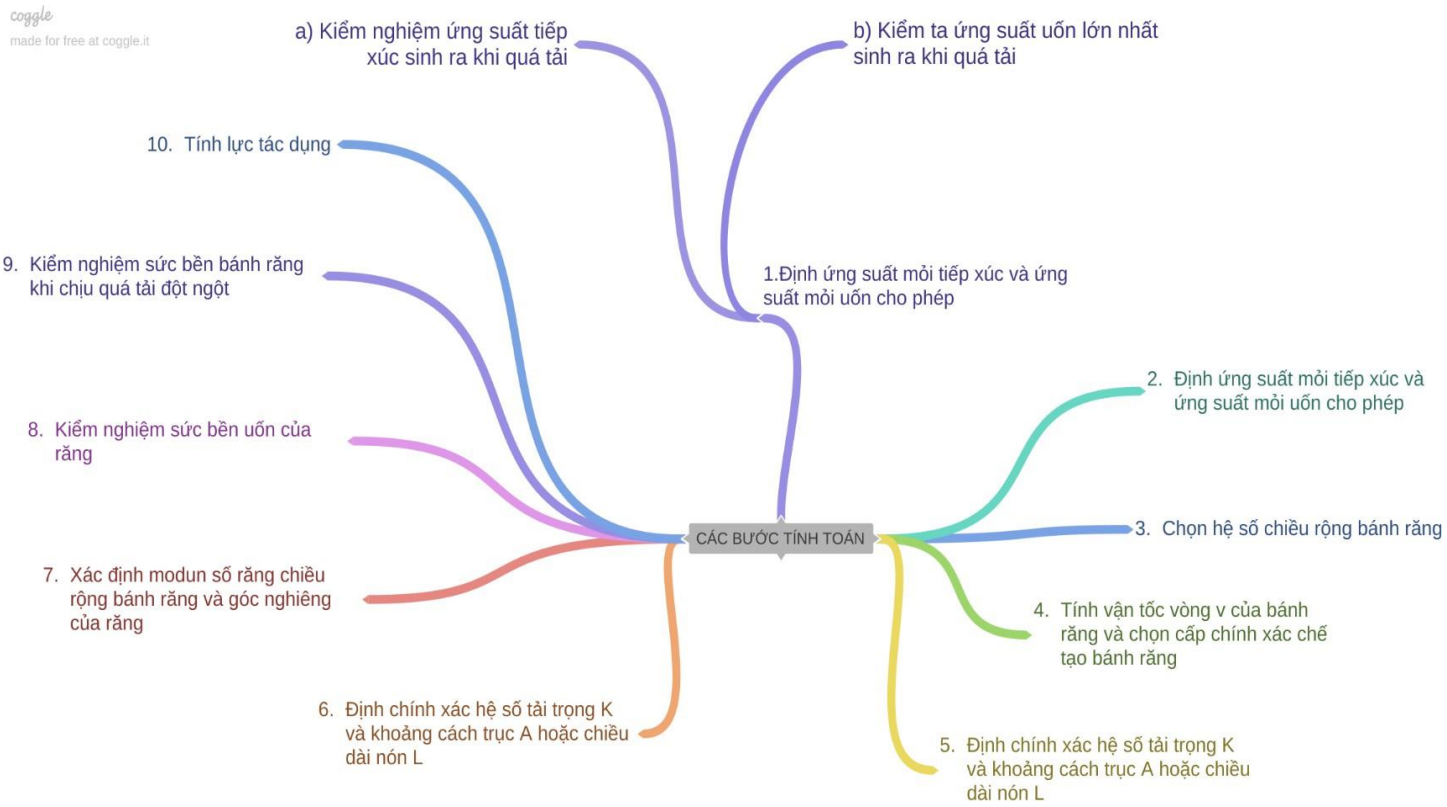
Tính lực căng : $S_o = \sigma_o \delta b$=1,8.5.70=630 (mm)

Lực tác dụng lên trục : $R = 3S_o Sin\dfrac{\alpha_1}{2} = 3.630.Sin\dfrac{160}{2}$ =1882.807979 N

2) THIẾT KẾ CÁC BỘ TRUYỀN BÊN TRONG HỘP GIẢM TỐC



Mindmap thiết kế các bộ truyền bên trong hộp giảm tốc



Mindmap các bước tính toán

2.1 Chọn vật liệu chế tạo bánh răng

Thiết kế các bộ truyền bên trong bộ giảm tốc chậm

Dựa theo bảng 3-8[1] chọn vật liệu chế tạo bánh răng

- Bánh nhỏ : thép 50 thường hóa, σ_b=620 N/mm; σ_{ch}=320 N/mm; HB = 230, phôi rèn (giả thiết đường kính phôi dưới 100 mm).
- Bánh lớn : thép 40 thường hóa, σ_b=520 N/mm σch=260 N/mm; HB = 200, phôi rèn (giả thiết đường kính phôi dưới 300 ÷ 500mm).

2.2 Định ứng suất mỏi tiếp xúc và ứng suất mỏi uốn cho phép

a) Ứng suất mỏi tiếp xúc cho phép

- Ứng suất tiếp xúc cho phép: $[\sigma]_{tx} = [\sigma]_{Notx}.K'_N$

- Trong đó:

$[\sigma]_{Notx}$ - Ứng suất tiếp xúc cho phép (N/mm^2)

k'_N – hệ số chu kỳ ứng suất tiếp xúc

- Số chu kỳ tương đương là:

Vì bánh răng chịu tải trọng thay đổi nên:

- Bánh nhỏ:

$$N_{td1} = 60.u.\Sigma\left(\frac{Mi}{M\,max}\right)^3 n_i.T_i = 60.1.\left(\frac{1^3}{1} + \frac{0,6^3}{1}\right).164,3714847.\frac{12000}{2} = 71955261,13$$

- Bánh lớn:

$$N_{td2} = 60.u.\Sigma\left(\frac{Mi}{M\,max}\right)^3 n_i.T_i = 60.1.\left(\frac{1^3}{1} + \frac{0,6^3}{1}\right).42,56257907.\frac{12000}{2} = 18632194,61$$

Trong đó:

- M_i – Mômen xoắn ;
- n_i - Số vòng quay trong 1 phút của bánh răng đang tính
- Ti – Tổng thời gian làm việc ở chế độ i;
- M_{max} – Mômen xoắn lớn nhất tác dụng lên bánh răng;
- u = 1 – Số lần ăn khớp của một răng khi bánh răng quay 1 vòng.

- Vì N_{td} lớn hơn số chu kì cơ sở của đường cong mỏi tiếp xúc $N_o = 10^7$ nên khi tính ứng suất cho phép của bánh nhỏ và bánh lớn lấy $K'_N = 1$. Áp dụng công thức 3-1 ta có:

- Với $[\sigma]_{Notx}$ = 2,6 HB

- Ứng suất tiếp xúc cho phép của bánh nhỏ:

  $[\sigma]_{tx1}$ = 2,6. 230 = 598 (N/mm^2)

- Ứng suất tiếp xúc cho phép của bánh lớn:

  $[\sigma]_{tx2}$ = 2,6. 200 = 520 (N/mm^2)

Chọn $[\sigma]_{tx}$=520 (N/mm^2)

b) Ứng suất uốn cho phép

- Công thức ứng suất uốn cho phép (3-5): $[\sigma]_u = \frac{1,5 \,.\, \sigma_{-1} \,.\, k''_N}{nK_\sigma}$

- Trong đó:

$\sigma_{(-1)}$ - Giới hạn mỏi uốn trong chu kỳ đối xứng

n – Hệ số an toàn

k''_N – Hệ số chu kỳ ứng suất uốn

$K\sigma$ – Hệ số tập trung ứng suất

- Để xác định ứng suất uốn cho phép, lấy hệ số an toàn là n=1,5 [1] và hệ số tập trung ứng suất ở chân răng Kσ=1,8 (vì là phôi rèn, thép thường hóa)

- Giới hạn mỏi của thép 50 được tính theo công thức:

$\sigma_{(-1)\,1}$= 0,43. σ_{b1} = 0,43. 620 =266,6 (N/mm^2)

- Giới hạn mỏi của thép 40 được tính theo công thức:

$\sigma_{(-1)\,2}$= 0,43. σ_{b2} = 0,43. 520 = 223,6 (N/mm^2)

Hệ số chu kỳ ứng suất uốn:

$k''_N = \sqrt[m]{\frac{No}{Ntd1}}$ = 0,641186803

Trong đó:

- m = 6 – Đường cong mỏi uốn;
- No = 5.10^6 – Số chu kỳ cơ sở cảu đường cong uốn;
- N_{td1} – Chu kì tương đương

- Vì bánh răng quay một chiều, áp dụng công thức ứng suất uốn cho phép (3-5):

Bánh nhỏ: $[\sigma]_{u1} = \frac{1,5 \,.\, 116.1 \,.\, 0,552109409}{1,5 \,.\, 1,8} = 94,96688984$ (N/mm^2)

Bánh lớn: $[\sigma]_{u2} = \frac{1,5 \,.\, 223,6 \,.0,6574148497}{1,5 \,.\, 1,8} = 79,64964954$ (N/mm^2)

2.3) Sơ bộ chọn hệ số tải trọng K:

$K_{sơ\ bộ}$=1,3

2.4) Chọn hệ số chiều rộng bánh răng:

- Đối với bộ truyền bánh răng trụ, bộ truyền chịu tải trọng nhỏ có thể định

- Chọn ΨA=b/A= 0,15

2.5) Xác định khoảng cách trục A hoặc chiều dài nón L:

Dựa vào công thức (3-9) trang 45 tl TK CTM Nguyễn Trọng Hiệp 1998 để xác định khoảng cách trục A:

$$A \geq (i + 1) \,.\, \sqrt[3]{\left(\frac{1,05 \,.\, 10^6}{[\sigma]_{tx} \,.\, i}\right)^2 \,.\, \frac{K \,.\, N}{\psi_A \,.\, n_2}} = (3,8618779+1) \sqrt[3]{\left(\frac{1,05 \,.\, 10^6}{520 \,.\, 3,8618779}\right)^2 \,.\, \frac{1,3 \,.\, 6,843930828}{0,15 \,.\, 42,56257907}}$$

$$= 352,4565472 \text{ mm}$$

Trong đó:

$[\sigma]_{tx}$ = 520 N/mm^2 - Ứng suất tiếp xúc cho phép

N – công suất của bộ truyền chậm

i – Tỷ số truyền

n_2 – Tốc độ quay của bánh răng bị dẫn

=> Chọn A= 353 mm

2.6) Tính vận tốc vòng v của bánh răng trụ:

$$v = \frac{2\pi \,.\, A.\, n1}{60 \,.\, 1000 \,.\, (i+1)} = \frac{2\pi \,.\, 353 \,.\, 164{,}3714847}{60 \,.\, 1000 \,.\, (3{,}8618779 + 1)} = 1{,}249757498 \text{ m/s}$$

Cấp chính xác của bánh răng : Ta chọn cấp chính xác 9 vì v <= 3 m/s

2.7) Định chính xác hệ số tải trọng K và khoảng cách trục A hoặc chiều dài nón L:

- Hệ số tải trọng K được tính theo công thức (3-19):

$K = K_{tt} \,.\, K_đ$

- Vì tải trọng thay đổi theo thời gian (HB ≤ 350) nên ta có công thức hệ số tập trung tải trọng sau (3-20):

$$K_{tt} = \frac{Ktt\ bảng + 1}{2} = 1$$

Trong đó:

- $K_{tt\ bảng} = 1$ – Hệ số tập trung tải trọng khi bộ truyền không chạy mòn (Tra bảng 3-12)
- $K_đ = 1{,}45$ – Hệ số tải trọng động (Tra bảng 3-13, HB ≤ 350, v < 1, cấp chính xác 9)

Áp dụng vào công thức (3-19) ta có:

K = 1 . 1,1 = 1,1

- Vì hệ số tại trọng K =1,1 chênh lệch quá 10% so với $K_{sơ\ bộ}$ = 1,3 nên cần tính lại khoảng cách trục A bằng công thức: $A = A_{sơ\ bộ} \sqrt[3]{\frac{K}{K\ sơ\ bộ}} = 280 \sqrt[3]{\frac{1{,}1}{1{,}3}} = 366{,}0858325$ mm

Chọn A= 367 mm

2.8) Xác định modun số răng chiều rộng bánh răng và góc nghiêng của răng:

- Modun (công thức 3-22): m= (0,01 ÷ 0,02) . A= (0,01÷ 0,02) . 367 = 3,67 ÷ 7,34 (mm)

=> Chọn m = 4

- Suy ra số răng bánh dẫn (bánh răng nhỏ): $Z_1 = \frac{2A}{m \,.\, (i+1)} = \frac{2 \,.\, 367}{4 \,.\, (3{,}8618779 + 1)} = 37{,}74261771$ (răng)

=> Chọn $Z_1 = 38$ (răng)

- Suy ra số răng bánh dẫn bị dẫn (bánh răng lớn): $Z_2 = i \,.\, Z_1 = 3{,}8618779 \,.\, 28 = 146{,}7513613$ (răng)

=> Chọn $Z_2 = 147$ (răng)

- Chiều rộng bánh răng: b = Ψa . A = 0,15 . 367= 55,05 (mm)

Trong đó Ψa = 0,15 – Hệ số chiều rộng bánh răng đã chọn trên (2.4)

=> Chọn b = 55 (mm)

=>> chiều rộng bánh nhỏ : 60 (mm) , chiều rộng bánh lớn 55 (mm) [1]

2.9) Kiểm nghiệm sức bền uốn của răng:

- Chiều dài tương đối của răng đối với bánh răng trụ thẳng: $\Psi_m = \frac{b}{m} = \frac{55}{4}$ = 13,75 mm

- Vì đối với bánh răng trụ răng thẳng tương đương thì số răng tương đương Z_{td} = Z là số răng thực

=> Bánh nhỏ: Z_{td1} = 38 (răng)

Bánh răng lớn: Z_{td2} = 147 (răng)

- Dựa vào bảng 3-18 (trang 52 tl TKCTM Nguyễn Trọng Hiệp) với ξ = 0.01, ta có được hệ số dang răng y là:

- Đối với bánh răng nhỏ: y1 = 0,476
- Đối với bánh răng lớn: y2 = 0,517

- Kiểm nghiệm sức bền uốn của răng:

Kiểm nghiệm ứng suất uốn tại chân răng bánh nhỏ (công thức 3-34):

$$\sigma_{u1} = \frac{19,1 \,.\, 10^6 \,.\, K}{y1 \,.\, m_n^2 \,.\, Z \,.\, n \,.\, b} \,.\, N = \frac{19,1.10^6 \,.\, 1,45. \, 6,843930828}{0,476 \,.\, 16 \,.\, 38 \,.\, 164,3714847 \,.\, 55} = 72,44481064 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Kiểm nghiệm ứng suất uốn tại chân răng bánh lớn:

$$\sigma_{u2} = \frac{19,1 \,.\, 10^6 \,.\, K}{y2 \,.\, m_n^2 \,.\, Z \,.\, n \,.\, b} \,.\, N = \frac{19,1.10^6 \,.\, 1,45 \,.\, 6,843930828}{0,517 \,.\, 16 \,.\, 147 \,.\, 42,56257907 \,.\, 55} = 66,58685377 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Ta thấy: σ_{u1} = 72,44481064 (N/mm2) < $[\sigma]_{u1}$ = 94,96688984 (N/mm^2)

σ_{u2} = 66,58685377 (N/mm2) < $[\sigma]_{u2}$ = 79,64964954 (N/mm^2)

=> Thỏa mãn điều kiện

- Chú thích

m_n – môđun pháp của bánh răng thẳng

y – hệ số dạng răng

Z – số răng

n – số vòng quay trong 1 phút của bánh răng đang tính

2.10) Kiểm nghiệm sức bền bánh răng khi chịu quá tải đột ngột

a) Kiểm nghiệm ứng suất tiếp xúc sinh ra khi quá tải

- Ứng suất tiếp xúc cho phép khi quá tải:

- Bánh nhỏ:

$[\sigma]_{txqt1} = 2,5 . [\sigma]_{Notx1} = 2,5. 598 = 1495$ (N/mm^2)

- Bánh lớn:

$[\sigma]_{txqt2} = 2,5 . [\sigma]_{Notx2} = 2,5 . 520 = 1300$ (N/mm^2)

- Hệ số quá tải:

$K_{qt} = \frac{M_{pt}}{M} = \frac{1,4\ M}{M} = 1,4$

➢ Trong đó:

- M – Mômen xoắn danh nghĩa
- $M_{qt} = M_{max} = 1,4M$ – Mômen xoắn quá tải

- Xác định ứng suất tiếp xúc (σ_{tx}) bằng công thức (3-13):

$$\sigma_{tx}=\frac{1,05.10^6}{A\ .\ i}.\sqrt{\frac{(i+1)^3\ .\ K\ N}{b\ .\ n_2}}.=\frac{1,05.10^6}{367\ .\ 3,861877928}\ .\ \sqrt{\frac{(3,861877928\ +1)^3\ .\ 1,45.\ 6,843930828}{55\ .\ 42,56257907}}$$

= 517,1793139 (N/mm^2)

- Chỉ cần kiểm nghiệm sức bền tiếp xúc đối với bánh lớn, có $[\sigma]_{txqt}$ nhỏ hơn .

Vậy nên ta có:

$\sigma_{txqt} = \sigma_{tx}\ .\ \sqrt{K_{qt}} = 517,1793139.\ \sqrt{1,4} = 611,9348167$ (N/mm^2) $\leq [\sigma]_{txqt2} = 1300$ (N/mm2)

=> Thỏa mãn điều kiện bền

- Chú thích:

  i = 3,861877928 – Tỷ số truyền

  $[\sigma]_{Notx}$ – Ứng suất tiếp xúc cho phép khi làm việc lâu dài

  A – khoảng cách trục

  b – Chiều rộng bánh răng

  n_2 – tốc độ quay bánh răng bị dẫn

  K – Hệ số tải trọng

  N – Công suất động I

b) Kiểm ta ứng suất uốn lớn nhất sinh ra khi quá tải

- Ứng suất uốn cho phép khi quá tải:

- Bánh nhỏ:

$[\sigma]_{uqt1} = 0,8 . [\sigma]_{ch1} = 0,8 . 320 = 256$ (N/mm^2)

- Bánh lớn:

$[\sigma]_{uqt2} = 0,8 . [\sigma]_{ch2} = 0,8 . 260 = 208$ (N/mm^2)

- Kiểm nghiệm sức bền uốn:

- Bánh nhỏ:

$\sigma_{uqt1} = \sigma_{u1} . K_{qt} = 55,4733647. 1,4 = 77,66271058$ (N/mm^2) < $[\sigma]_{uqt1} = 256$ (N/mm^2)

- Bánh lớn:

$\sigma_{uqt2} = \sigma_{u2} . K_{qt} = 46,83566783 . 1,4 = 65,56993496$ (N/mm^2) < $[\sigma]_{uqt2} = 208$ (N/mm^2)

=> Thỏa mãn điều kiện bền

2.11) Định các thông số hình học của bộ truyền

Thông số	Ký hiệu	Bánh răng 1	Bánh răng 2
Khoảng cách trục a_w	a_w	367mm	
Chiều cao răng	h	9 mm	
Module pháp m	m_n	4 mm	
Chiểu rộng b_w	b_w	55 mm	
Độ hở hướng tâm	$c.m_n$	1 mm	
Tỷ số truyền u	u	3,861877928	
Số răng z_1, z_2	z_1, z_2	38	147
Hệ số dịch chỉnh	x_1, x_2	0	
Góc ăn khớp	þ	20^0	
Đường kính vòng lăn	d_w	152 mm	588 mm
Đường kính đỉnh răng	d_a	160 mm	596 mm
Đường kính đáy răng	d_f	142 mm	578 mm
Đường kính vòng chia	De	152 mm	588mm

2.12 Tính lực tác dụng lên trục

- Mômen xoắn Mx tính theo công thức:

$$M_x = \frac{9,55.10^6}{n} N = \frac{9,55.10^6 . 6,843930828}{164,3714847} = 397633,0782 \text{ N/mm}$$

- Lực vòng:

$$P = \frac{2 . M_x}{De1} = \frac{2 . 397633,0782}{152} = 5232,014186 \text{ N}$$

De - Đường kính vòng chia

- Lực hướng tâm:

$P_r = P \cdot tg\alpha = 5232{,}014186 \cdot tg(20^\circ) = 1904{,}297429$ N

3. THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN BÊN TRONG BỘ GIẢM TỐC NHANH

3.1 Chọn vật liệu chế tạo bánh răng

Theo lí thuyết bộ truyền cấp nhanh có thể thừa bền, nên chọn bộ truyền CN có độ bền thấp hơn

Chọn vật liệu bánh răng:

- Bánh nhỏ : thép 45 thường hóa, σ_b= 600 N/mm; σ_{ch}= 300 N/mm; HB =220, phôi rèn (giả thiết đường kính phôi dưới 100 mm).
- Bánh lớn : thép 40 thường hóa, σ_b= 540 N/mm σch= 270 N/mm; HB =210, phôi rèn (giả thiết đường kính phôi dưới 300 ÷ 500mm).

3.2 Định ứng suất mỏi tiếp xúc và ứng suất mỏi uốn cho phép

a) Ứng suất mỏi tiếp xúc cho phép

Dựa vào công thức 3-1[1]:

Ứng suất tiếp xúc cho phép: $[\sigma]_{tx} = [\sigma]_{Notx}.K'_N$

Vì bánh răng chịu tải trọng thay đổi nên:

- Bánh nhỏ:

$$N_{td1} = 60.u.\Sigma\left(\frac{M_i}{M_{max}}\right)^3 n_i.T_i = 60.1.\left(\frac{1^3}{1} + \frac{0{,}6^3}{1}\right).634{,}7826087.\frac{12000}{2} = 277882434{,}8 > 10^7$$

- Bánh lớn:

$$N_{td2} = 60.u.\Sigma\left(\frac{M_i}{M_{max}}\right)_3 n_i.T_i = 60.1.\left(\frac{1^3}{1} + \frac{0{,}6^3}{1}\right).164{,}3714847.\frac{12000}{2} = 71955261{,}13 > 10^7$$

Trong đó:

- M_i – Mômen xoắn ;
- n_i - Số vòng quay trong 1 phút;
- Ti – Tổng thời gian làm việc ở chế độ i;
- M_{max} – Mômen xoắn lớn nhất tác dụng lên bánh răng;
- u = 1 – Số lần ăn khớp của một răng khi bánh răng quay 1 vòng.

Vì N_{td} lớn hơn số chu kì cơ sở của đường cong mỏi tiếp xúc $N_o = 10^7$ nên khi tính ứng suất cho phép của bánh nhỏ và bánh lớn lấy $K'_N = 1$. Áp dụng công thức 3-1 ta có:

- Với $[\sigma]_{Notx}$ = 2,6 HB

- Ứng suất tiếp xúc cho phép của bánh nhỏ:

  $[\sigma]_{tx1}$ = 2,6. 220 = 572 (N/mm^2)

- Ứng suất tiếp xúc cho phép của bánh lớn:

  $[\sigma]_{tx2}$ = 2,6. 210 = 546 (N/mm^2)

Chọn $[\sigma]_{tx}$=546 (N/mm^2)

***b)* Ứng suất uốn cho phép**

- Công thức ứng suất uốn cho phép (3-5): $[\sigma]_u = (1.5\times \sigma_{-1} \times k''_N) / (n \times K_\sigma)$

  - Để xác định ứng suất uốn cho phép, lấy hệ số an toàn là n=1,5 [1] và hệ số tập trung ứng

suất ở chân răng Kσ=1,8 (vì là phôi rèn, thép thường hóa)

- Giới hạn mỏi của thép 45 được tính theo công thức:

$\sigma_{(-1)\,1}$= 0,43. σ_{b1} = 0,43. 600 =258 (N/mm^2)

- Giới hạn mỏi của thép 40 được tính theo công thức:

$\sigma_{(-1)\,2}$= 0,43. σ_{b2} = 0,43. 540 = 232,2 (N/mm^2)

Hệ số chu kỳ ứng suất uốn: $k''_N = \sqrt[m]{\frac{No}{Ntd}}$ = 0,641186803

Trong đó:

- m = 6 – Đường cong mỏi uốn;
- No = 5.10^6 – Số chu kỳ cơ sở cảu đường cong uốn;
- Ntd = 60.u. .$\Sigma(\frac{Mi}{M\,max})^m$ni.Ti = 71955261,13– Chu kì tương đương

- Vì bánh răng quay một chiều, áp dụng công thức ứng suất uốn cho phép 3-5:

Bánh nhỏ: $[\sigma]_{u1} = \frac{1,5\,.\,258\,.\,0,641186803}{1,5\,.\;1,8}$ = 91,90344178 (N/mm^2)

Bánh lớn: $[\sigma]_{u2} = \frac{1,5\,.\,232,2\,.\,0,641186803}{1,5\,.\,1,8}$ = 82,7130976 (N/mm^2)

3.3) Sơ bộ chọn hệ số tải trọng K:

$K_{sơ\ bộ}$=1,3

3.4) Chọn hệ số chiều rộng bánh răng:

- Đối với bộ truyền bánh răng trụ, bộ truyền chịu tải trọng nhỏ có thể định

- Chọn ΨA=b/A= 0,15

3.5) Xác định khoảng cách trục A hoặc chiều dài nón L:

- Đối với HGT Đồng trục, khi thiết kế bánh răng HGT cấp chậm thì chọn khoảng cách trục cho bánh răng HGT cấp nhanh

=> A= 367 mm

3.6) Tính vận tốc vòng v của bánh răng trụ:

$$v = \frac{2\pi \,.\, A.\, n1}{60 \,.\, 100 \,.\, (i+1)} = \frac{2\pi \,.\, 367 \,.\, 634{,}7826087}{60 \,.\, 1000 \,.\, (3{,}8618779 + 1)} = 5{,}017826625 \text{ m/s}$$

Cấp chính xác của bánh răng : Ta chọn cấp chính xác 8 vì v < 6 m/s

3.7) Định chính xác hệ số tải trọng K và khoảng cách trục A hoặc chiều dài nón L:

- Hệ số tải trọng K được tính theo công thức (3-19):

$$K = K_{tt} \,.\, K_{đ}$$

- Vì tải trọng thay đổi theo thời gian (HB ≤ 350) nên ta có công thức hệ số tập trung tải trọng sau (3-20):

$$K_{tt} = \frac{Ktt\ bảng + 1}{2} = 1$$

Trong đó:

- $K_{tt\ bảng}$ = 1 – Hệ số tập trung tải trọng khi bộ truyền không chạy mòn (Tra bảng 3-12)
- $K_{đ}$ = 1,55 – Hệ số tải trọng động (Tra bảng 3-13, HB ≤ 350, v = 3 ÷ 8, cấp chính xác 7)

Áp dụng vào công thức (3-19) ta có:

$$K = 1 \,.\, 1{,}55 = 1{,}55$$

3.8) Xác định modun số răng chiều rộng bánh răng và góc nghiêng của răng:

- Modun (công thức 3-22): m= (0,01 ÷ 0,02) . A= (0,01÷ 0,02) . 367 = 3,67 ÷ 7,34 (mm)

=> Chọn m = 4

- Suy ra số răng bánh dẫn (bánh răng nhỏ): $Z_1 = \frac{2A}{m \,.\, (i+1)} = \frac{2 \,.\, 367}{4 \,.\, (3{,}8618779 + 1)} = 37{,}74261771$ (răng)

=> Chọn $Z_1 = 38$ (răng)

- Suy ra số răng bánh dẫn bị dẫn (bánh răng lớn): $Z_2 = i \,.\, Z_1 = 3{,}8618779 \,.\, 38 = 146{,}7513613$ (răng)

=> Chọn $Z_2 = 147$ (răng)

- Chiều rộng bánh răng: $b = \Psi a \,.\, A = 0{,}15 \,.\, 367 = 55{,}05$ (mm)

Trong đó $\Psi a = 0{,}15$ – Hệ số chiều rộng bánh răng đã chọn trên 2.4)

=> Chọn b = 55 (mm)

=>> chiều rộng bánh nhỏ : 60 (mm) , chiều rộng bánh lớn 55 (mm) [1]

3.9) Kiểm nghiệm sức bền uốn của răng:

- Chiều dài tương đối của răng đối với bánh răng trụ thẳng: $\Psi_m = \frac{b}{m} = \frac{55}{4} = 13{,}75$

- Vì đối với bánh răng trụ răng thẳng tương đương thì số răng tương đương $Z_{td} = Z$ là số răng thực

=> Bánh nhỏ: $Z_{td1} = 38$ (răng)

Bánh răng lớn: $Z_{td2} = 147$ (răng)

- Dựa vào bảng 3-18 (trang 52 tl TKCTM Nguyễn Trọng Hiệp) với $\xi = 0.01$, ta có được hệ số dang răng y là:

- Đối với bánh răng nhỏ: y1 = 0,476
- Đối với bánh răng lớn: y2 = 0,517

- Kiểm nghiệm sức bền uốn của răng:

Kiểm nghiệm ứng suất uốn tại chân răng bánh nhỏ (công thức 3-34):

$$\sigma_{u1} = \frac{19{,}1 \,.\, 10^6 \,.\, K}{y \,.\, m^2 \,.\, Z \,.\, n \,.\, b} \,.\, N = \frac{19{,}1.10^6 \,.\, 1{,}55 \,.\, 7{,}1266875}{0{,}476 \,.\, 16 \,.\, 38 \,.\, 634{,}7826087 \,.\, 55} = 20{,}88115609 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Kiểm nghiệm ứng suất uốn tại chân răng bánh lớn:

$$\sigma_{u2} = \frac{19{,}1 \,.\, 10^6 \,.\, K}{y \,.\, m^2 \,.\, Z \,.\, n \,.\, b} \,.\, N = \frac{19{,}1.10^6 \,.\, 1{,}55 \,.\, 7{,}1266875}{0{,}517 \,.\, 16 \,.\, 147 \,.\, 634{,}7826087 \,.\, 55} = 4{,}969780542 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Ta thấy: $\sigma_{u1} = 20{,}88115609$ (N/mm2) < $[\sigma]_{u1} = 91{,}90344178$ (N/mm^2)

$\sigma_{u2} = 4{,}969780542$ (N/mm2) < $[\sigma]_{u2} = 82{,}7130976$ (N/mm^2)

=> Thỏa mãn điều kiện

3.10) Kiểm nghiệm sức bền bánh răng khi chịu quá tải đột ngột

a) Kiểm nghiệm ứng suất tiếp xúc sinh ra khi quá tải

- Ứng suất tiếp xúc cho phép khi quá tải:

- Bánh nhỏ:

$[\sigma]_{txqt1} = 2,6 \,.\, [\sigma]_{Notx1} = 2,6 \,.\, 572 = 1487,2$ (N/mm^2)

- Bánh lớn:

$[\sigma]_{txqt2} = 2,6 \,.\, [\sigma]_{Notx2} = 2,6 \,.\, 546 = 1419,6$ (N/mm^2)

- Hệ số quá tải:

$K_{qt} = \frac{M_{pt}}{M} = \frac{1,4\,M}{M} = 1,4$

➢ Trong đó:

- M – Mômen xoắn danh nghĩa
- $M_{qt} = M_{max} = 1,4M$ – Mômen xoắn quá tải

- Xác định ứng suất tiếp xúc (σ_{tx}) bằng công thức (3-13):

$$\sigma_{tx} = \frac{1,05.10^6}{A\,.\,i}\,.\sqrt{\frac{(i+1)^3\,.\,KN}{b\,.\,n_2}} = \frac{1,05.10^6}{367.\,3,861877928}\,.\sqrt{\frac{(3,861877928+1)^3\,.\,1,55\,.\,6,843930828}{55\,.\,164,3714847}}$$

$= 272,0538271$ (N/mm^2)

- Chỉ cần kiểm nghiệm sức bền tiếp xúc đối với bánh lớn, có $[\sigma]_{txqt}$ nhỏ hơn .

Vậy nên ta có:

$\sigma_{txqt} = \sigma_{tx}\,.\sqrt{K_{qt}} = 312,4002561.\sqrt{1,4} = 321,8984293$ (N/mm^2) $\leq [\sigma]_{txqt2} = 1300$ (N/mm2)

=> Thỏa mãn điều kiện bền

- Chú thích:

  i = 3,861877928 – Tỷ số truyền

  $[\sigma]_{Notx}$ – Ứng suất tiếp xúc cho phép khi làm việc lâu dài

  A – khoảng cách trục

  b – Chiều rộng bánh răng

  n_1 – tốc độ quay động cơ II

  K – Hệ số tải trọng

  N – Công suất động II

b) Kiểm ta ứng suất uốn lớn nhất sinh ra khi quá tải

- Ứng suất uốn cho phép khi quá tải:

- Bánh nhỏ:

$[\sigma]_{uqt1} = 0,8 . [\sigma]_{ch1} = 0,8 . 300 = 240$ (N/mm^2)

- Bánh lớn:

$[\sigma]_{uqt2} = 0,8 . [\sigma]_{ch2} = 0,8 . 270 = 216$ (N/mm^2)

- Kiểm nghiệm sức bền uốn:

- Bánh nhỏ:

$\sigma_{uqt1} = \sigma_{u1} . K_{qt} = 91,90344178. 1,4 = 128,6648185$ (N/mm^2) $< [\sigma]_{uqt1}$

- Bánh lớn:

$\sigma_{uqt2} = \sigma_{u2} . K_{qt} = 82,7130976. 1,4 = 115,7983366$ (N/mm^2) $< [\sigma]_{uqt2}$

=> Thỏa mãn điều kiện bền

3.11) Định các thông số hình học của bộ truyền

Thông số	Ký hiệu	Bánh răng 1	Bánh răng 2
Khoảng cách trục a_W	a_W	367 mm	
Chiều cao răng	h	9 mm	
Module pháp m	m_n	4 mm	
Chiều rộng b_W	b_W	55 mm	
Độ hở hướng tâm	$c.m_n$	1 mm	
Tỷ số truyền u	u_1	3,8618	
Số răng z_1, z_2	z_1, z_2	38	147
Hệ số dịch chỉnh	x_1, x_2	0	
Góc ăn khớp	þ	20^0	
Đường kính vòng lăn	d_W	152 mm	588 mm
Đường kính đỉnh răng	d_a	160 mm	596 mm
Đường kính đáy răng	d_f	142 mm	578 mm
Đường kính vòng chia	De	152 mm	588 mm

3.12 Tính lực tác dụng lên trục

- Mômen xoắn Mx tính theo công thức:

$M_x = \frac{9,55.10^6}{n} N = \frac{9,55.10^6 . 7,1266875}{634,7826087} = 107217,5965$ N/mm

- Lực vòng:

$P = \frac{2 . M_x}{De} = \frac{2 . 107217,5965}{152} = 1410,757849$ N

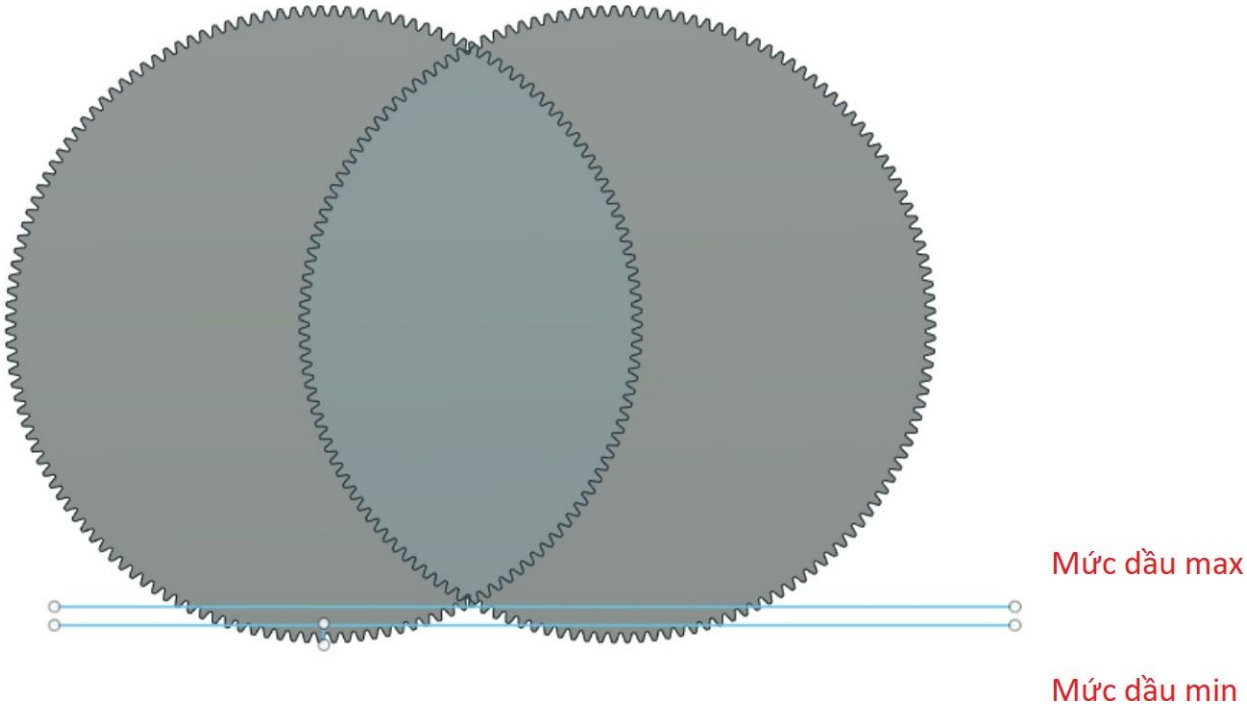
De - Đường kính vòng chia

- Lực hướng tâm:

$P_r = P . tg\alpha = 1410,757849 . tg(20^\circ) = 513,4738648$ N

KIỂM NGHIỆM VÀ BÔI TRƠN HỘP GIẢM TỐC BẰNG PHƯƠNG PHÁP NGÂM DẦU

Bộ truyền	**Vật liệu bánh răng**	**Giới hạn bền kéo**		**Độ nhớt khi có vận tốc**		**Các loại dầu**
Cấp nhanh	Thép	470-1000		43/6	5-12.5 m/s	Dầu Tuabin (TOCT 32 - 53) 57
		600	540	5.017826625 m/s		
Cấp chậm	Thép	470-1000		80/11	1-2.5 m/s	Dầu Tuabin (TOCT 32 - 53) 57
		620	580	1.249757498 m/s		



Hình ảnh ngâm dầu bánh răng của 2 cấp

- Với HGT 2 cấp đồng trục, tỷ số truyền 2 cấp như nhau và da2=da4=596 mm nên cả hai bánh bị dẫn đều ngâm dầu như nhau nên.

Điều kiện:

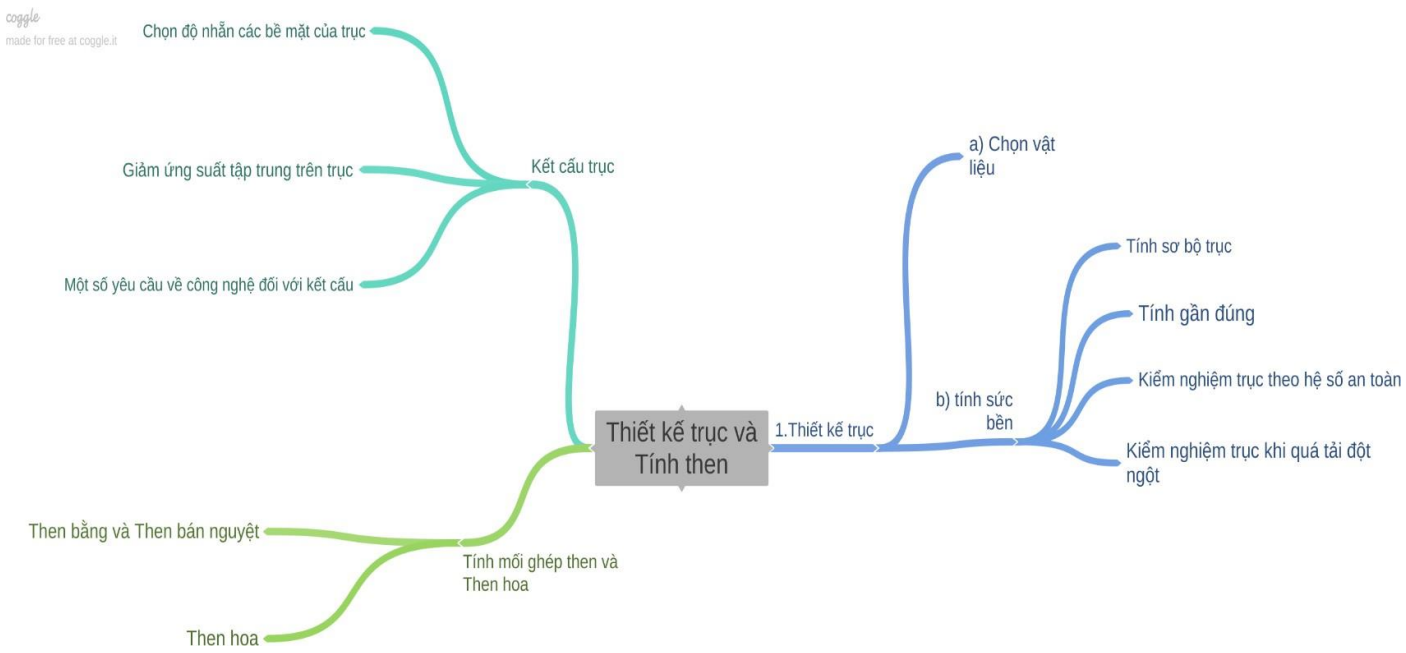
- ✓ Mức dầu thấp nhất: Ngập hết chiều cao chân răng của bánh răng nhỏ nhất trong hai bánh răng bị dẫn của cấp nhanh và cấp chậm.
- ✓ Mức dầu cao nhất: Không vượt quá 1/3-1/6 bán kính lớn nhất

- ➢ Mức dầu min : H_{min}=2,25 . h = 2,25.9=20,25 mm
- ➢ Mức dầu max: H_{max} = 20,25+10=30,25 mm < (D bánh lớn/2)/3 = 99.3333 mm

=>> **Thỏa điều kiện ngâm dầu theo yêu cầu**

CHƯƠNG V: THIẾT KẾ TRỤC VÀ TÍNH THEN

Phần 1: Thiết kế trục



Mindmap thiết kế trục tính then

1) Chọn vật liệu

- Đối với HGT chịu tải trọng bình thường chọn loại thép 45 thường hóa

Ta chọn:

- Đường kính phôi: 80 (mm)
- Giới hạn bền kéo (σ_{bk}) = 600 (N/mm^2)
- Giới hạn bền chảy (σ_{ch})= 300 (N/mm^2)
- Độ rắn HB : 190 HB

•

2. Thiết kế trục và tính độ bền :

$M_x = \dfrac{9{,}55 \,.\, 10^6 \,.\, N}{n}$;

Trong đó:

N – công suất

n – Tốc độ quay

Thông số trục	**Động Cơ**	**I**	**II**	**III**
i	34.302433	2.3	3.861877928	3.861877928
n (vòng/phút)	1460	634,7826087	164,3714847	42,56257907
N (KW)	7,5	7.1266875	6.843930828	6.57239274
Mx (Nmm)	49058.219	107217.5965	397633.0782	1474683.913

a) Tính sơ bộ trục

$d \geq \sqrt[3]{\dfrac{M_x}{0,2\{\tau\}_x}}$ Trong đó: τ_x = 20 – 35 N/mm => Chọn τ_x = 20 N/mm

Trục động cơ	**d**	23,06130764	25 mm	Chọn b_o
Trục 1	**d_1**	29,92737959	35 mm	21 mm
Trục 2	**d_2**	46,32415484	50 mm	27 mm
Trục 3	**d_3**	59,5022837	60 mm	31 mm

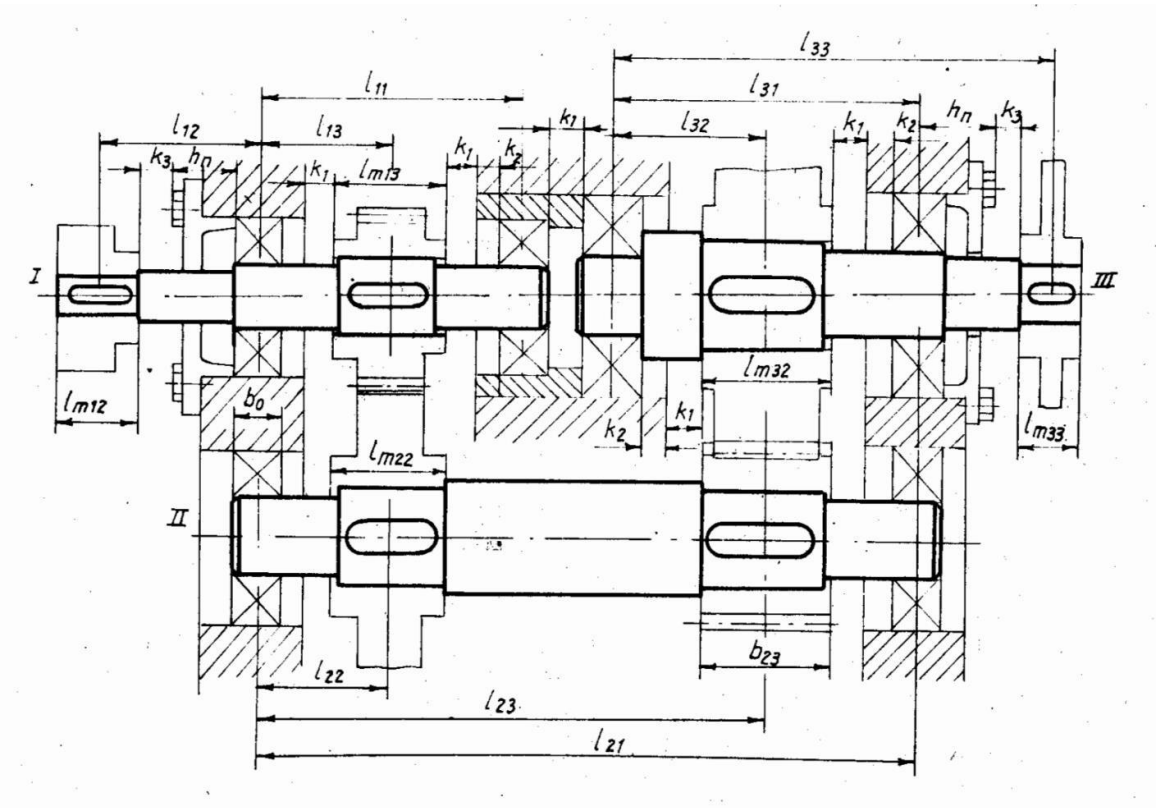
Sử dụng bảng 10.3 trang 189 trị số của các khoảng cách k1, k2, k3, và hn TL TT

- Để tính gần đúng trục ta xét tác dụng đồng thời cả mô men uốn và mô men xoắn đến sức bền trục. Trị số momen xoắn đã biết, chỉ cần tính momen uốn.
- Để tính chiều dài các trục ta chọn các kích thước như sau:

Khoảng cách trục	**A**	367
Khoảng cách từ mặt mút của CT quay đến thành trong của hộp	**k1**	10 mm
Khoảng cách giữa các chi tiết máy	**k1**	10 mm
Khoảng cách từ mặt mút ổ đến thành trong của hộp	**k2**	10 mm
Khoảng cách từ nắp ổ đến mặt mút của CT quay	**k3**	10 mm
Chiều cao của nắp và đầu Bulon	**h_n**	15 mm
Chiều dài Moay ơ lắp với trục	**lm**	45 mm = 1,5 d
Chiều rộng bánh răng	**b**	55 mm

Ta có : $I_{ck} = 0,5(I_{mki} + b_o) + k_3 + h_n$ (CT 10.14 trang 190 TT TKHTDĐ CK Trịnh Chất tập 1)

b) Xác định khoảng cách giữa các gối đỡ và điểm đặt lực



Hình 10.9. Sơ đồ tính khoảng cách đối với hộp giảm tốc bánh răng đồng trục [3]

- Chiều rộng Mayơ bánh đai trục I:

$l_{m12} = l_{m13} = (1,2 – 1,5) . d_I = (1,2 – 1,5) . 35= 42 \div 52.5$ mm
=> Chọn $l_{m12} = 50$ mm
$l_{m13} = 60$ mm

- Chiều rộng Mayơ bánh đai trục II:
$l_{m22} = (1,2 \div 1,5) . d_{II} = (1,2 \div 1,5) . 50 = 60 \div 75$ mm
=> Chọn $l_{m22} = 70$ mm

- Chiều rộng Mayơ bánh đai trục III:
$l_{m32} = l_{m33} = (1,2 \div 1,5) . d_{III} = (1,2 \div 1,5) . 60 = 72 \div 90$ mm
=> Chọn $l_{m32} = l_{m33} = 80$ mm

c) Xác định chiều dài giữa các chi tiết

Trục I:
$l_{12} = - l_{c12} = 0,5 . (l_{m12} + b_o) + k_3 + h_n = 0,5 . (50 + 21) + 10 + 15 = 60,5$ mm
$l_{13} = 0,5 . (l_{m13} + b_o) + k_1 + k_2 = 0,5 . (60 + 21) + 10 +10 = 60,5$ mm
$l_{11}= 2 . l_{13} = 121$ mm

Trục II:
$l_{22} = 0,5 . (l_{m22} + b_o) + k_1 + k_2 = 0,5 .(70 + 27) + 10 + 10 = 68,5$ mm
$l_{23} = l_{11} + l_{32} + k_1 + b_o = 121 + 75,5 + 10 + 27 = 233,5$ mm
$l_{21}= l_{23} + l_{32} = 309$ mm

Trục III:
$l_{32} = 0,5 . (l_{m32} + b_o) + k_1 + k_2 = 0,5 . (80 + 31) + 10 + 10 = 75,5$ mm
$l_{31} = 2 . l_{32} = 151$ mm
$l_{c33} = 0,5 . (l_{m33} + b_o) + k_3 + h_n = 0,5 . (80 + 31) + 10 + 15 = 80,5$ mm
$l_{33} = l_{31} + l_{c33} = 231,5$ mm
Trong đó:
l_{k1} – khoảng cách giữa các gối đỡ 0 và 1 trên trục thứ k
l_{ki} – khoảng cách gối từ gối đỡ 0 đến tiết diện thứ i trên trục thứ k
l_{cki} – khoảng côngxôn trên trục thứ k, tính từ chi tiết thứ i ở ngoài hộp giảm tốc đén gối đỡ

d) Tính phản lực tác dụng:

- **Trục I**

Ta có:
- Lực tác dụng lên trục từ bộ truyền đai: Fr = Rd = 1882,807979 N
- Lực hướng tâm bánh răng cấp nhanh: $P_{r1} = 513,4738648$ N
- Lực vòng bánh răng cấp nhanh: $P_1 = 1410,757849$ N

Phản lực tác dụng:

❖ Chọn chiều dương quay cùng chiều kim đồng hồ, hướng lên và hướng vào

ΣmAy = F_r . l_{12} . sin(20°) - P_{r1} . l_{13} + R_{yB} . l_{11} = 0

=> R_{yB} = - ($\frac{F_r . l_{12} .\sin(20^\circ) - P_{R1} . l_{13}}{l_{11}}$)= - 65,24219507 N (ngược chiều đã chọn) (hướng lên)

=> R_{yA} = F_r . sin(20°) + P_{r1} - R_{yB} = 1222,674315 N (cùng chiều đã chọn) (hướng xuống)

ΣmAx = F_r . l_{12} . cos(20°) - P_1 . l_{13} + R_{xB} . l_{11}= 0

=> R_{xB} = - ($\frac{F_r . l_{12} .\cos(20^\circ) - P_1 . l_{13}}{l_{11}}$) = -179,2514577 N (ngược chiều đã chọn) (hướng vào mặt phẳng)

=> R_{xA} = F_r . cos(20°) + P_1 – R_{xB} = 3359,270071 N (cùng chiều đã chọn) (hướng ra mặt phẳng)

❖ **Trục II**

Ta có:

- Lực hướng tâm bánh răng cấp nhanh: P_{r2} = 513,4738648 N
- Lực vòng bánh răng cấp nhanh: P_2 = 1410,757849 N
- Lực hướng tâm bánh răng cấp chậm: P_{r3} = 1904,297429 N
- Lực vòng bánh răng cấp chậm P_3 = 5232,014186 N

Phản lực tác dụng:

ΣmCy = P_{r2} . l_{22} + P_{r3} . l_{23} + R_{yD} . l_{21} = 0

=> R_{yD} = -($\frac{P_{r2} . l_{22} + P_{r3} . l_{23}}{l_{21}}$)= -1552,836276 N (ngược chiều đã chọn) (hướng lên)

=> R_{yC} = - (P_{r2} + P_{r3} + R_{yD}) = -864,9350174 N (ngược chiều đã chọn) (hướng lên)

ΣmCx = P_2 . l_{22} + P_3 . l_{23} - R_{xD} . l_{21} = 0

=> R_{xD} = $\frac{P_2 . l_{22} + P_3 . l_{23}}{l_{21}}$ = 4266,382606 N (cùng chiều đã chọn) (hướng vào mặt phẳng)

=> R_{xC} = P_2 + P_3 - R_{xD} = 2376,38943 N (cùng chiều đã chọn) (hướng vào mặt phẳng)

❖ **Trục III**

Ta có:

- Lực hướng tâm bánh răng cấp chậm: P_{r4} = 1904,297429 N

- Lực vòng bánh răng cấp chậm P_4 = 5232,014186 N

Phản lực tác dụng:

$\Sigma mEy = - P_{r4} . l_{32} - R_{yF} . l_{31} = 0$

=> $R_{yF} = \frac{-P_{r4} . l_{32}}{l_{31}} = 952,1487145$ N (cùng chiều đã chọn) (hướng lên)

=> $R_{yE} = - P_{r4} - R_{yF} = -2856,446144$ N (ngược chiều đã chọn) (hướng xuống)

$\Sigma mEx = - P_4 . l_{32} + R_{xF} . l_{31} = 0$

=> $R_{xF} = \frac{P_4 . l_{32}}{l_{31}} = 2616,007093$ N (cùng chiều đã chọn) (hướng ra mặt phẳng)

=> $R_{xE} = P_4 - R_{xF} = 2616,007093$ N (cùng chiều đã chọn) (hướng ra mặt phẳng)

e) Tính mômen uốn, mômen tương đương và đường kính trục

- **Trục I**

Ở tiết diện m-m:

Mômen uốn trong mặt phẳng yOz : $M_{uy1} = R_{yB} . (l_{11}-l_{13}) = - 3947,152802$ Nmm

Mômen uốn trong mặt phẳng xOz : $M_{ux1} = R_{xB} . (l_{11}- l_{13}) = -10844,71319$ Nmm

=> Mômen uốn tổng: M_u m-m $=\sqrt{M^2_{uy1} + M^2_{ux1}} = 11540,70273$ Nmm

Ở tiết diện n-n:

Mômen uốn trong mặt phẳng yOz : $M_{uy2} = R_{đy} . l_{12} = 38959,47443$ Nmm

Mômen uốn trong mặt phẳng xOz : $M_{ux2} = R_{đx} . l_{12} = 107040,2763$ Nmm

=> Mômen uốn tổng: Mu n-n $=\sqrt{M^2_{uy2} + M^2_{ux2}} = 113909,8828$ Nmm

Đối với tiết diện m-m

- Ta có $M_x = 107217,5965$ Nmm

- Mômen tương đương đối với tiết diện m-m:

$Mtd1 = \sqrt{M^2_{u\,m-m} + 0,75 . M^2_x} = 93567,60964$ Nmm

- Đường kính trục:

d m-m = $\sqrt[3]{\frac{Mtd1}{0,1 . [\sigma]}} = 26,54922472$ mm => **Chọn** d m-m= 40 mm

với $[\sigma]$= 50 tra từ bảng 7-2 trang 119 Nguyễn Trọng Hiệp TKM

Đối với tiết diện n-n

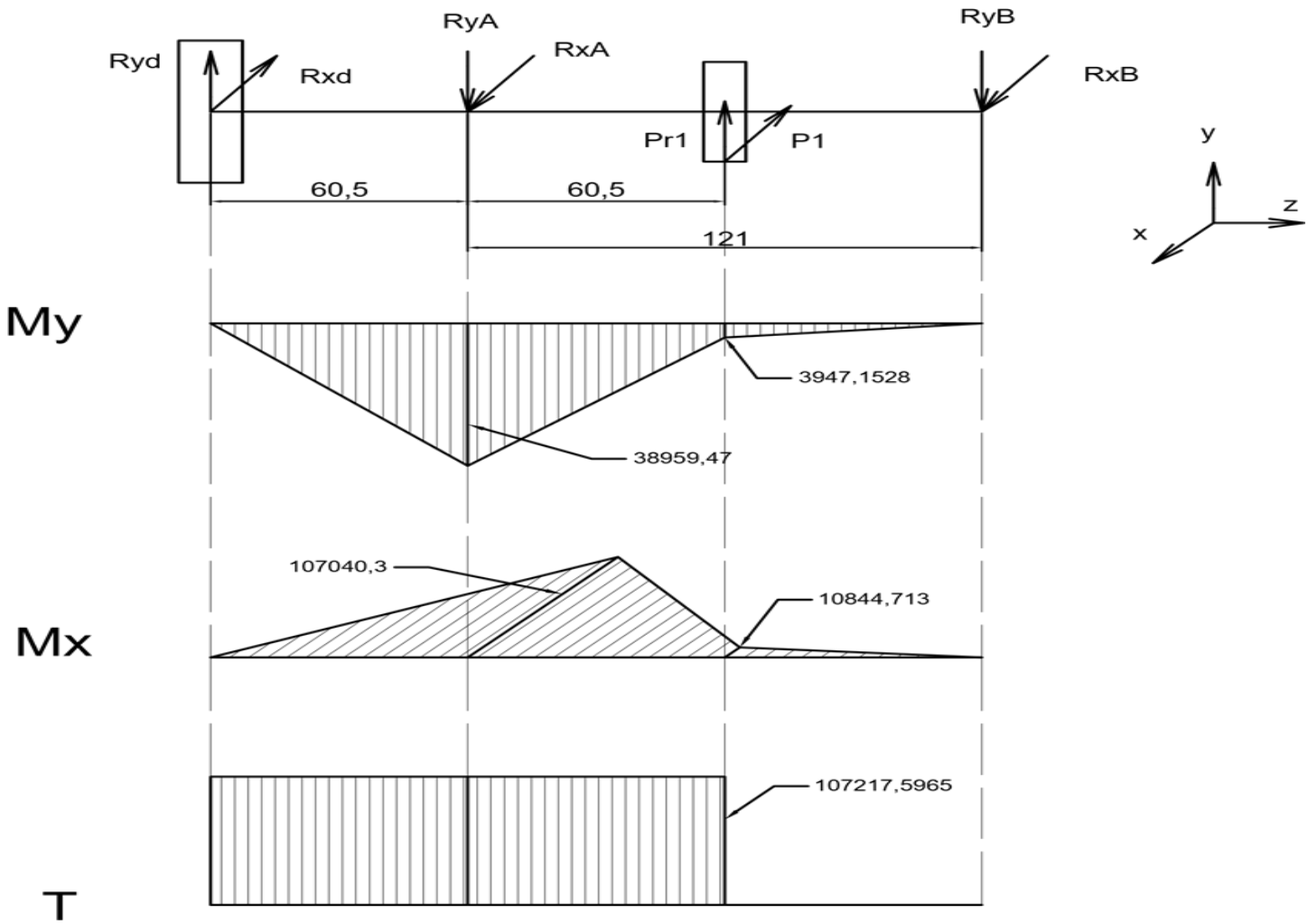
- Mômen tương đương đối với tiết diện n-n:

Mtd2 = $\sqrt{M^2_{u\,n-n} + 0{,}75 \,.\, M^2_x}$ = 146959,7603 Nmm

- Đường kính trục:

d n-n = $\sqrt[3]{\frac{Mtd2}{0{,}1\,.\,[\sigma]}}$ = 30,86096321 mm => **Chọn** d n-n = 38 mm

với $[\sigma]$= 50 tra từ bảng 7-2 trang 119 Nguyễn Trọng Hiệp TKM



Hình 1 . Sơ đồ phân bố nội lực trục I

❖ **Trục II**

Ở tiết diện A-A

Mômen uốn trong mặt phẳng yOz: $M_{uy1} = R_{yC} . l_{22}$ = - 59248,04869 Nmm

Mômen uốn trong mặt phẳng xOz : $M_{ux1} = R_{xC} . l_{22}$ = 162782,6759 Nmm

=> Mômen uốn tổng: $M_{u1} = \sqrt{M_{uy1}^2 + M_{ux1}^2}$ = 173229,7055 Nmm

Ở tiết diện B-B:

Mômen uốn trong mặt phẳng yOz : $M_{uy2} = R_{yD} . (l_{21}-l_{23})$ = -117239,1389 Nmm

Mômen uốn trong mặt phẳng xOz : $M_{ux2} = R_{xD} . (l_{21}-l_{23})$ = 322111,8867 Nmm

=> Mômen uốn tổng: Mu2 $=\sqrt{M_{uy2}^2 + M_{ux2}^2}$ = 342784,3101 Nmm

Đối với tiết diện A-A

- Ta có M_x = 397633,0782 Nmm

- Mômen tương đương đối với tiết diện A-A:

Mtd1 = $\sqrt{M_{u1}^2 + 0,75 . M_x^2}$ = 385477,0804 Nmm

- Đường kính trục:

d A-A $=\sqrt[3]{\frac{Mtd1}{0,1 . [\sigma]}}$ = 42,56077415 mm => **Chọn** d A-A= 60 mm

với $[\sigma]$= 50 tra từ bảng 7-2 trang 119 Nguyễn Trọng Hiệp TKM

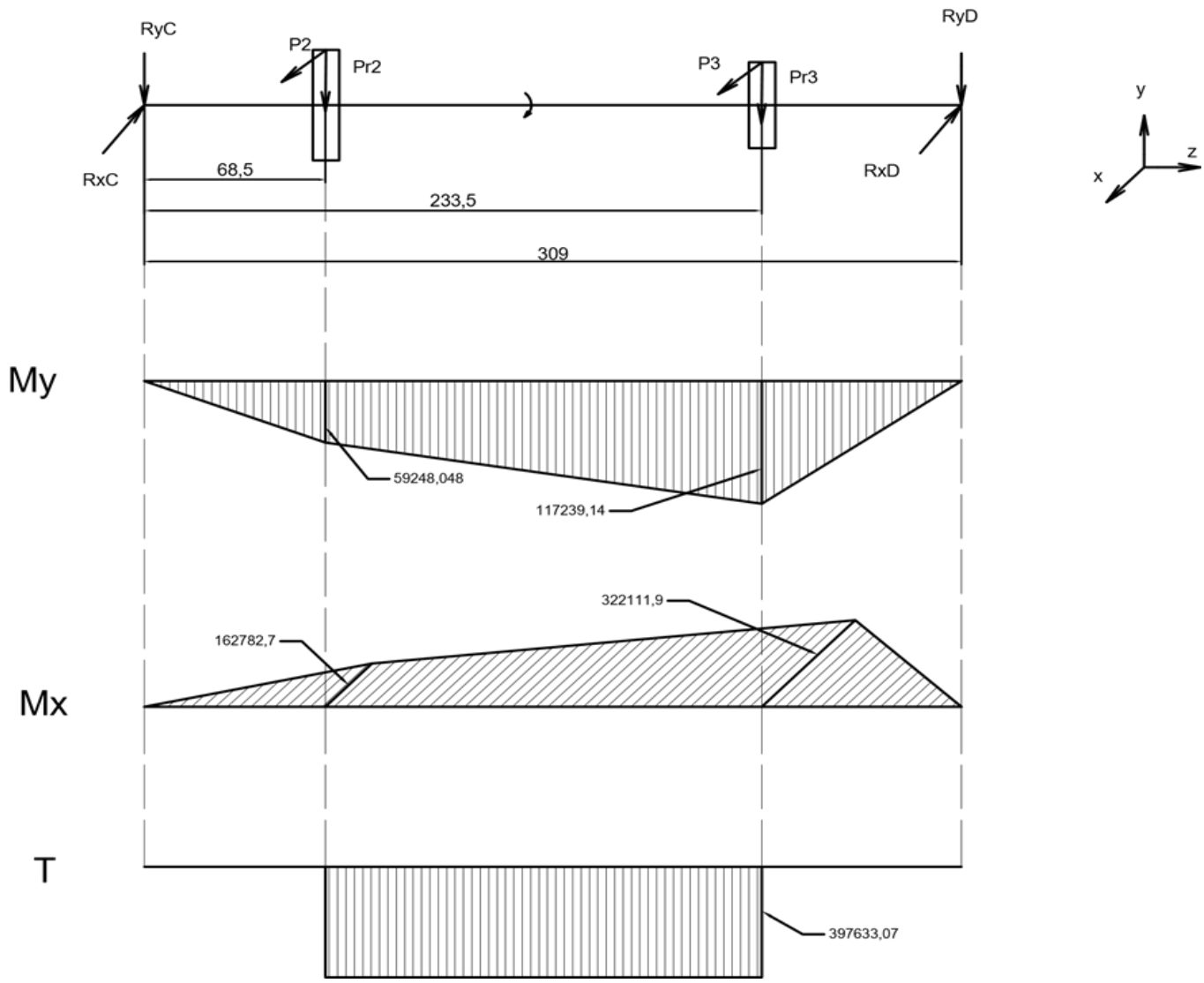
Đối với tiết diện B-B

- Mômen tương đương đối với tiết diện B-B:

Mtd2 = $\sqrt{M_{u2}^2 + 0,75 . M_x^2}$ = 485885,9248 Nmm

- Đường kính trục:

d B-B = $\sqrt[3]{\frac{Mtd2}{0,1 . [\sigma]}}$ = 45,97496826 mm => **Chọn** d B-B =55 mm



Hình 2 . Sơ đồ phân bố nội lực trục II

- **Trục III**

Tại tiết diện C-C

$M_{uy} = R_{yE} . (l_{11}-l_{13}) = -172814,9917$ Nmm

$M_{ux} = R_{xE} . (l_{11}-l_{13}) = 158268,4291$ Nmm

Mu = $\sqrt{M_{uy}^2 + M_{ux}^2} = 234337,1866$ Nmm

Ta có: Mx = 1474683,913 Nmm

Đối với tiết diện C-C

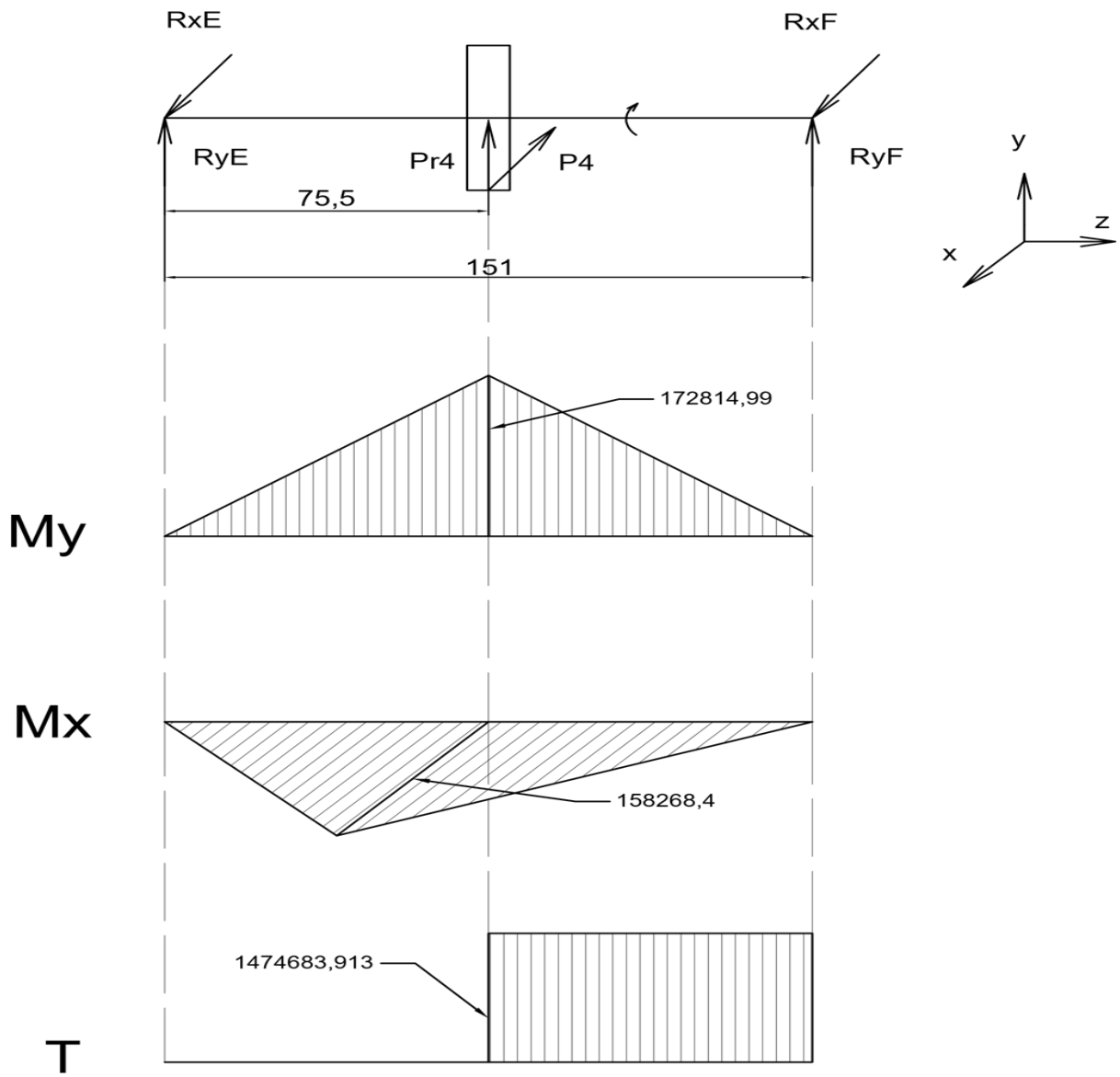
- Mômen tương đương đối với tiết diện C-C:

Mtd = $\sqrt{M_u^2 + 0,75 . M_x^2} = 1298434,981$ Nmm

- Đường kính trục:

d C-C = $\sqrt[3]{\frac{Mtd1}{0,1\,.\,[\sigma]}}$ = 63,79942055 mm => **Chọn** d C-C= 70 mm

với $[\sigma]$= 50 tra từ bảng 7-2 trang 119 Nguyễn Trọng Hiệp TKM



Hình 3 . Sơ đồ phân bố nội lực trục III

3) Kiểm nghiệm trục theo hệ số an toàn:

Ta có:

- β = 1,6 - là hệ số tăng bền bệ mặt trục

- $\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma}$ = 2,6 – là tỉ số đối với trục lắp có độ dôi với các chi tiết khác

- σ_{-1} = 0.436*σ_b = 261,6 MPa - là giới hạn mỏi uốn vớ chu kì đối xứng
- ζ_{-1} = 150 Mpa - là giới hạn xoắn ứng với chu kì đối xứng

Vì trục làm từ thép cacbon trung bình nên: ψ_σ = 0,1

Ψ_τ = 0,05

Kiểm nghiệm trục I:

Tiết diện n-n

Tiết diện đặt ổ bi với đường kính d = 38 mm

Mômen cản uốn : W = $\frac{\pi * d^3}{32}$ = 5387,046003 mm^2

Biên độ ứng suất pháp: $\sigma a = \frac{Mu}{W}$ = 19,86993915 N/mm^2

Mômen cản xoắn: Wo = $\frac{\pi * d^3}{16}$ = 10774,09201 mm^2

Biên độ ứng suất tiếp: $\tau a = \tau m = \frac{Mx}{2W0}$ = 4,975713799 N/mm^2

- Từ bảng 7-4 trang 123 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

ε_σ = 0,85 ; ε_τ = 0,73

- Từ bảng 7-8 trang 127 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

k_σ = 1,63 ; k_τ = 1,5

=> $\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$ = 1,917647059

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau}$ = 2,054794521

- Từ bảng 7-10 trang 128 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$bảng = 2,6

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau}$ = $1 + 0.6\,(\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}bảng - 1)$ = 1,96

Từ đây ta có:

Hệ số an toàn ứng suất pháp: nσ = $\frac{\sigma_{-1}}{\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma.\beta}\sigma a + \Psi\sigma.\sigma m}$ = 8,101917887

Hệ số an toàn ứng suất tiếp: $n\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k\tau}{\varepsilon\tau.\beta}\tau a + \Psi\tau.\tau m}$ = 602,9285689

Hệ số an toàn: $n = \frac{n\tau\ .\ n\sigma}{\sqrt{n\tau^2 + n\sigma^2}}$ = 8,101186507 > [n] = 1,5 – 2,5

Tiết diện m-m

Tiết diện đặt ổ bi với đường kính d = 40 mm

Các kích thước then: b = 12 mm; t = 4,5 mm (tra bảng 7-23[1])

Mômen cản uốn : $W = \frac{\pi * d^3}{32} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d}$ = 5432,516557 mm^2

Biên độ ứng suất pháp: $\sigma a = \frac{Mu}{W}$ = 2,124375068 N/mm^2

Mômen cản xoắn: $Wo = \frac{\pi * d^3}{16} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d}$ = 11715,70186 mm^2

Biên độ ứng suất tiếp: $\tau a = \tau m = \frac{Mx}{2W0}$ = 4,575807654 N/mm^2

- Từ bảng 7-4 trang 123 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

ε_σ = 0,82 ; ε_τ = 0,7

- Từ bảng 7-8 trang 127 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

k_σ = 1,63 ; k_τ = 1,5

=> $\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$ = 1,987804878

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau}$ = 2,142857143

- Từ bảng 7-10 trang 128 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$bảng = 2,7

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau} = 1 + 0.6\ (\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma} bảng - 1)$ = 2,02

Từ đây ta có:

Hệ số an toàn ứng suất pháp: $n\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma.\beta}\sigma a + \varphi\sigma.\sigma m}$ = 99,11805574

Hệ số an toàn ứng suất tiếp: $n\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k\tau}{\varepsilon\tau.\beta}\tau a + \varphi\tau.\tau m}$ = 24,97607481

Hệ số an toàn: $n = \frac{n\tau \,.\, n\sigma}{\sqrt{n\tau^2+n\sigma^2}}$ = 24,21900863 > [n] = 1,5 – 2,5

Kiểm nghiệm trục II:

Tiết diện A-A

Tiết diện đặt ổ bi với đường kính d = 60 mm

Các kích thước then: b = 18 ; t = 5,5 mm (tra bảng 7-23[1])

Mômen cản uốn : $W = \frac{\pi * d^3}{32} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d}$ = 18755,29416 mm^2

Biên độ ứng suất pháp: $\sigma a = \frac{Mu}{W}$ = 9,236309704 N/mm^2

Mômen cản xoắn: $Wo = \frac{\pi * d^3}{16} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d}$ = 39961,04457 mm^2

Biên độ ứng suất tiếp: $\tau a = \tau m = \frac{Mx}{2W0}$ = 4,97525881 N/mm^2

- Từ bảng 7-4 trang 123 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

ε_σ = 0,78 ; ε_τ = 0,67

- Từ bảng 7-8 trang 127 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

k_σ = 1,63 ; k_τ = 1,5

=> $\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$ = 2,08974359

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau}$ = 2,23880597

- Từ bảng 7-10 trang 128 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$bảng = 3,3

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau} = 1 + 0.6\,(\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma} bảng - 1)$ = 2,38

Từ đây ta có:

Hệ số an toàn ứng suất pháp: $n\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma.\beta}\sigma a + \varphi\sigma.\sigma m}$ = 13,73236365

Hệ số an toàn ứng suất tiếp: $n\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k\tau}{\varepsilon\tau.\beta}\tau a + \varphi\tau.\tau m}$ = 19,60922624

Hệ số an toàn: $n = \frac{n\tau \,.\, n\sigma}{\sqrt{n\tau^2+n\sigma^2}}$ = 11,248399 > [n] = 1,5 – 2,5

Tiết diện B-B

Tiết diện đặt ổ bi với đường kính d = 55 mm

Các kích thước then: b = 18 mm; t = 5.5 mm (tra bảng 7-23 [1])

Mômen cản uốn : $W = \frac{\pi * d^3}{32} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d}$ = 14515,64561 mm^2

Biên độ ứng suất pháp: $\sigma a = \frac{Mu}{W}$ = 23,61481668 N/mm^2

Mômen cản xoắn: $W0 = \frac{\pi * d^3}{16} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d}$ = 30849,47304 mm^2

Biên độ ứng suất tiếp: $\tau a = \tau m = \frac{Mx}{2W0}$ = 6,444730476 N/mm^2

- Từ bảng 7-4 trang 123 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

ε_σ = 0,78 ; ε_τ = 0,67

- Từ bảng 7-8 trang 127 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

k_σ = 1,63 ; k_τ = 1,5

=> $\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$ = 2,08974359

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau}$ = 2,23880597

- Từ bảng 7-10 trang 128 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$bảng = 3,3

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau} = 1 + 0.6\,(\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}bảng - 1)$ = 2,38

Từ đây ta có:

Hệ số an toàn ứng suất pháp: $n\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma.\beta}\sigma a + \varphi\sigma.\sigma m}$ = 5,371050106

Hệ số an toàn ứng suất tiếp: $n\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k\tau}{\varepsilon\tau.\beta}\tau a + \varphi\tau.\tau m}$ = 16,05987173

Hệ số an toàn: $n = \frac{n\tau \,.\, n\sigma}{\sqrt{n\tau^2+n\sigma^2}}$ = 5,093733162 > [n] = 1,5 – 2,5

Kiểm nghiệm trục III:

Tiết diện C-C

Tiết diện đặt ổ bi với đường kính d = 70 mm

Các kích thước then: b = 20 mm ; t = 6 mm (tra bảng 7-23[1])

Mômen cản uốn : $W = \frac{\pi * d^3}{32} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d} = 30163{,}08911$ mm^2

Biên độ ứng suất pháp: $\sigma a = \frac{Mu}{W} = 7{,}769004882$ N/mm^2

Mômen cản xoắn: $W0 = \frac{\pi * d^3}{16} - \frac{b.t(d-t)^2}{2d} = 63837{,}03537$ mm^2

Biên độ ứng suất tiếp: $\tau a = \tau m = \frac{Mx}{2W0} = 11{,}55037906$ N/mm^2

- Từ bảng 7-4 trang 123 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$\varepsilon_\sigma = 0{,}76$; $\varepsilon_\tau = 0{,}65$

- Từ bảng 7-8 trang 127 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$k_\sigma = 1{,}63$; $k_\tau = 1{,}5$

=> $\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma} = 2{,}144736842$

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau} = 2{,}307692308$

- Từ bảng 7-10 trang 128 Nguyễn Trọng Hiệp ta có:

$\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma}$bảng = 3,3

=> $\frac{k\tau}{\varepsilon\tau} = 1 + 0.6\,(\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma} bảng - 1) = 2{,}38$

Từ đây ta có:

Hệ số an toàn ứng suất pháp: $n\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k\sigma}{\varepsilon\sigma.\beta}\sigma a + \varphi\sigma.\sigma m} = 16{,}32594722$

Hệ số an toàn ứng suất tiếp: $n\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k\tau}{\varepsilon\tau.\beta}\tau a + \varphi\tau.\tau m} = 5{,}220738403$

Hệ số an toàn: $n = \frac{n\tau\,.\,n\sigma}{\sqrt{n\tau^2 + n\sigma^2}} = 4{,}972672394 > [n] = 1{,}5 – 2{,}5$

Kiểm nghiệm trục khi quá tải đột ngột

Với thép 45 thường hóa

σ_{ch} =300 N/mm^2 ; $[\sigma]$= 0,8 . σ_{ch} = 240 N/mm^2

Để đảm bảo trục hoạt động bình thường thì: : $\sigma_{td} \leq [\sigma]$

Trong đó : $\sigma_{td} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$; $\sigma = \frac{M_{u\,max}}{0.1d^3}$; $\tau = \frac{M_{x\,max}}{0.2d^3}$

- Trục 1 :

Mômen uốn lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm lúc quá tải:

M_{umax} = 11540,70 N/mm

Mômen xoắn lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm lúc quá tải:

M_{xmax} = 107217,60 N/mm

Ta có đường kính tiết diện trục I: d = 40 mm

=> σ = 1,8 N/mm^2

=> τ = 8,38 N/mm^2

Vậy ta tính được: σ_{td} = 14,62 N/mm^2 $\leq$ [σ]= 240 N/mm^2

=>> Thỏa mãn dk quá tải

- Trục 2 :

Mômen uốn lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm lúc quá tải:

M_{umax} = 173229,71 N/mm

Mômen xoắn lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm lúc quá tải:

M_{xmax} = 397633,08N/mm

Ta có đường kính tiết diện trục 2: d = 60 mm

=> σ = 8,02 N/mm^2

=> τ = 9,20 N/mm^2

Vậy ta tính được: σ_{td} = 17,85 N/mm^2 $\leq$ [σ]= 240 N/mm^2

=>> Thỏa mãn dk quá tải

- Trục 3 :

Mômen uốn lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm lúc quá tải:

M_{umax} = 234337,19 N/mm

Mômen xoắn lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm lúc quá tải:

M_{xmax} = 1474683,91 N/mm

Ta có đường kính tiết diện trục 3: d = 70 mm

=> σ = 6,83 N/mm^2

=> τ = 21,5 N/mm^2

Vậy ta tính được: σ_{td} = 37,86 N/mm^2 $\leq$ [σ]= 240 N/mm^2

=>> Thỏa mãn dk quá tải

- **Tính mối ghép then**

Chọn thép 45 và loại then bằng:

Ứng suất dập cho phép: $[\sigma]_d$=100 N/mm^2

Ứng suất cắt cho phép: $[\tau]_c$ = 87 N/mm^2

Trục 1:

M_x=107217,5965 N/mm^2

Ở tiết diện **n -n** (tại bánh đai): Ta có: d = 38 mm; b = 12; h = 8; t = 4,5; k = 4,4 (tra bảng 7-23[1])

Chiều dài then: $l_{mayơ}$ = 1,5. d = 1,5. 38 = 57 mm

l_{then} = 0,8$l_{mayơ}$ = 45,6 mm => Chọn l_{then} = 45 mm (theo tiêu chuẩn [1])

Kiểm nghiệm sức bền va đập : $\sigma_d = \frac{2\,M_x}{d\,.\,t\,.\,l}$ = 27,86682171 (N/mm^2) < [σ_d] (thỏa)

Kiểm nghiệm bền cắt của then : $\tau_c = \frac{2\,M_x}{d\,.\,b\,.\,l}$ = 10,45005814 (N/mm2) < $[\tau]_c$ (thỏa)

=>> Đã thỏa mãn 2 điều kiện đảm bảo theo yêu cầu.

Ở tiết diện **m-m**:

Ta có: d= 40 mm; b =12; h = 8; t = 4,5; k = 4,4 (tra bảng 7-23[1])

Chiều dài then: $l_{mayơ}$ = 1,5 *d = 1,5*40 = 60 mm

l_{then} = 0,8. $l_{mayơ}$ = 48 mm => Chọn l_{then} = 48 mm (theo tiêu chuẩn)

Kiểm nghiệm sức bền va đập : $\sigma_d = \frac{2\,M_x}{d\,.\,t\,.\,l}$ = 24,81888809 (N/mm^2) < [σ_d] (thỏa)

Kiểm nghiệm bền cắt của then : $\tau_c = \frac{2\,M_x}{d\,.\,b\,.\,l}$ = 9,307083032 (N/mm2) < $[\tau]_c$ (thỏa)

=>> Đã thỏa mãn 2 điều kiện đảm bảo theo yêu cầu

Trục 2 :

M_x= 397633 N/mm^2

Ở tiết diện **A-A:** Ta có: d = 60 mm; b = 18; h = 11; t = 5,5; k = 6,8 (tra bảng 7-23[1])

Chiều dài then: $l_{mayơ}$ = 1,2*d = 1,2*60 = 72 mm

l_{then} = 0,8$l_{mayơ}$ = 57,6 mm = 63 mm (theo tiêu chuẩn [1])

Kiểm nghiệm sức bền va đập: $\sigma_d = \frac{2\,M_x}{d\,.\,t\,.\,l}$ = 38,25234037 (N/mm^2) < [σ_d] (thỏa)

Kiểm nghiệm bền cắt của then: $\tau_c = \frac{2\,M_x}{d\,.\,b\,.\,l}$ = 11,68821511 (N/mm2) < $[\tau]_c$ (thỏa)

=>> Đã thỏa mãn 2 điều kiện đảm bảo theo yêu cầu.

Ở tiết diện **B-B :**
Ta có: d = 55 mm; b = 16; h = 10; t = 5; k = 6,2 (tra bảng 7-23[1])
Chiều dài then: $l_{mayơ}$ = 1,2*d = 1,2*55 = 66 mm
l_{then} = 0,8$l_{mayơ}$ = 52,8 mm => Chọn l_{then} = 55 mm (theo tiêu chuẩn)

Kiểm nghiệm sức bền va đập: $\sigma_d = \frac{2\,M_x}{d\,.\,t\,.\,l}$ = 52,57958058 (N/mm^2) < [σ_d] (thỏa)

Kiểm nghiệm bền cắt của then: $\tau_c = \frac{2\,M_x}{d\,.\,b\,.\,l}$ = 16,43111893 (N/mm2) < $[\tau]_c$ (thỏa)

=>> Đã thỏa mãn 2 điều kiện đảm bảo theo yêu cầu.

Trục 3:
M_x= 1474683,913 N/mm^2
Ở tiết diện **C-C:** Ta có: d = 70 mm; b = 20; h = 12; t = 6; k = 7,4 (tra bảng 7-23[1])
Chiều dài then: $l_{mayơ}$ = 1,35*d = 1,35*70 = 94,5 mm
l_{then} = 0,8$l_{mayơ}$ = 75,6 mm => Chọn l_{then} = 80 mm (theo tiêu chuẩn)

Kiểm nghiệm sức bền va đập: $\sigma_d = \frac{2\,M_x}{d\,.\,t\,.\,l}$ = 87,77880437 (N/mm^2) < [σ_d] (thỏa)

Kiểm nghiệm bền cắt của then: $\tau_c = \frac{2\,M_x}{d\,.\,b\,.\,l}$ = 26,33364131 (N/mm2) < $[\tau]_c$ (thỏa)

=>> Đã thỏa mãn 2 điều kiện đảm bảo theo yêu cầu.

CHƯƠNG VI: THIẾT KẾ GỐI ĐỠ TRỤC

1) Chọn loại ổ lăn

- Chọn ổ bi đỡ 1 dãy cho cả 3 trục
- Lý do: Vì đây là ổ rẻ nhất, vì cả 3 trục chịu lực hướng tâm và lực vòng tốt và không lực dọc trục (răng trụ thẳng), làm việc với số vòng quay cao

2) Tính chọn kích thước ổ lăn theo khả năng tải động

Dựa vào công thức 8.1 trang 158[1], ta có hệ số $C = Q . (n . h)^{0,3}$

Trong đó

Q: tải trọng tương đương (daN)

n: số vòng quay của ổ (vg/ph)

h: thời gian phục vụ (h)

Dựa vào công thức 8.2 trang 159[1], ta có tải trọng tương đương:

$$Q=(K_v R+mA)K_n K_t$$

Trục I:

- Tải trọng hướng tâm trên trục I:

$$R_A = \sqrt{R_{yA}^2 + R_{xA}^2} = 3574,860542 \text{ N}$$

$$R_B = \sqrt{R_{yB}^2 + R_{xB}^2} = 190,755417 \text{ N}$$

- Trong đó:

❖ R_{yA} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm A theo phương y

❖ R_{xA} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm A theo phương x

❖ R_{yB} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm B theo phương y

❖ R_{xB} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm B theo phương x

- Hệ số xét đến vòng nào của ổ là vòng quay (tra bảng 8-5): $K_v = 1$

- Hệ số nhiệt độ (tra bảng 8-4): $K_n = 1$

- Hệ số tải trọng động (tra bảng 8-3): $K_t = 1$

- Lực dọc trục: A = 0 (Vì bánh răng trụ răng thẳng)

- Hệ số chuyển tải trọng dọc trục về tải trọng hướng tâm (tra bảng 8-2): m = 1,5

- Tải trọng tương đương của trục I:

$$Q_A = (K_v . R_A + m . A). K_n . K_t = 3574,860542 \text{ N}$$

$$Q_B = (K_v . R_B + m . A). K_n . K_t = 190,755417 \text{ N}$$

❖ Ta lấy tải trọng lớn nhất làm tải trọng tương đương $Q_{td} = Q_A = 3574,860542$ N = 357,4860542 daN

Từ đây ta có hệ số khả năng làm việc C:

$$C = Q . (n . h)^{0,3} = 41476,3933$$

Với n = 634,7826087 vòng/phút – số vòng quay của trục I

h = 12000 giờ - là thời gian làm việc trong 5 năm

=> Tra bảng 14P (trang 337), ta chọn ổ lăn có thông số sau:

Ký hiệu 108 ứng với d = 40 mm; D = 68 mm; B = 15 mm; d_2 = 49,7 mm; D2 = 59,3 mm

Đường kính bi là 7,94 mm

Trục II:

- Tải trọng hướng tâm trên trục II:

$$R_C = \sqrt{R^2_{yC} + R^2_{xC}} = 2528,90081 \text{ N}$$

$$R_D = \sqrt{R^2_{yD} + R^2_{xD}} = 4540,189538 \text{ N}$$

- Trong đó:

❖ R_{yC} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm C theo phương y

❖ R_{xC} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm C theo phương x

❖ R_{yD} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm D theo phương y

- Hệ số xét đến vòng nào của ổ là vòng quay (tra bảng 8-5): $K_v = 1$

- Hệ số nhiệt độ (tra bảng 8-4): $K_n = 1$

- Hệ số tải trọng động (tra bảng 8-3): $K_t = 1$

❖ R_{xD} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm D theo phương x

- Hệ số xét đến vòng nào của ổ là vòng quay (tra bảng 8-5): $K_v = 1$
- Hệ số nhiệt độ (tra bảng 8-4): $K_n = 1$
- Hệ số tải trọng động (tra bảng 8-3): $K_t = 1$

- Lực dọc trục: A = 0 (Vì bánh răng trụ răng thẳng)

- Hệ số chuyển tải trọng dọc trục về tải trọng hướng tâm (tra bảng 8-2): m = 1,5

- Tải trọng tương đương của trục II:

$$Q_C = (K_v . R_C + m . A). K_n . K_t = 2528,90081 \text{ N}$$

$$Q_D = (K_v . R_D + m . A). K_n . K_t = 4540,189538 \text{ N}$$

❖ Ta lấy tải trọng lớn nhất làm tải trọng tương đương $Q_{td} = Q_D = 4540,189538$ N = 454,0189538 daN

Từ đây ta có hệ số khả năng làm việc C:

$$C = Q . (n . h)^{0,3} = 19562,93954$$

Với n = 164,3714847 vòng/phút – số vòng quay của trục II

h = 12000 giờ - là thời gian làm việc trong 5 năm

=> Tra bảng 14P (trang 337), ta chọn ổ lăn có thông số sau:

Ký hiệu 112 ứng với d = 60 mm; D = 95 mm; B = 18 mm; d_2 = 77 mm; D2 = 89,4 mm

Đường kính bi là 10,32 mm

Trục III:

- Tải trọng hướng tâm trên trục III:

$$R_E = \sqrt{R_{yE}^2 + R_{xE}^2} = 3873,341927 \text{ N}$$

$$R_F = \sqrt{R_{yF}^2 + R_{xF}^2} = 2783,896601 \text{ N}$$

- Trong đó:

❖ R_{yE} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm E theo phương y

❖ R_{xE} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm E theo phương x

❖ R_{yF} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm F theo phương y

- Hệ số xét đến vòng nào của ổ là vòng quay (tra bảng 8-5): $K_v = 1$

- Hệ số nhiệt độ (tra bảng 8-4): $K_n = 1$

- Hệ số tải trọng động (tra bảng 8-3): $K_t = 1$

❖ R_{xF} – là phản lực tác dụng lên trục tại điểm F theo phương x

- Hệ số xét đến vòng nào của ổ là vòng quay (tra bảng 8-5): $K_v = 1$
- Hệ số nhiệt độ (tra bảng 8-4): $K_n = 1$
- Hệ số tải trọng động (tra bảng 8-3): $K_t = 1$

- Lực dọc trục: A = 0 (Vì bánh răng trụ răng thẳng)

- Hệ số chuyển tải trọng dọc trục về tải trọng hướng tâm (tra bảng 8-2): m = 1,5

- Tải trọng tương đương của trục III:

$$Q_E = (K_v . R_E + m . A). K_n . K_t = 3873,341927 \text{ N}$$

$$Q_F = (K_v . R_F + m . A). K_n . K_t = 2783,896601 \text{ N}$$

❖ Ta lấy tải trọng lớn nhất làm tải trọng tương đương $Q_{td} = Q_E = 3873,341927$ N = 387,3341927 daN

Từ đây ta có hệ số khả năng làm việc C:

$$C = Q . (n . h)^{0,3} = 19977,8428$$

Với n = 42,56257907 vòng/phút – số vòng quay của trục III

h = 12000 giờ - là thời gian làm việc trong 5 năm

=> Tra bảng 14P (trang 337), ta chọn ổ lăn có thông số sau:

Ký hiệu 112 ứng với d = 60 mm; D = 95 mm; B = 18 mm; d_2 = 77 mm; D2 = 89,4 mm

Đường kính bi là 10,32 mm

CHƯƠNG VII: TÍNH CHỌN NỐI TRỤC

1) Chọn nối trục đàn hồi

- Ta chọn nối trục vòng đàn hồi để nối trục III với băng tải

2) Chọn vật liệu làm nối trục:

- Ta chọn:

- Vật liệu làm nối trục: Gang C21 – 40

- Vật liệu chế tạo chốt: thép 45 thường hóa

- Vật liệu vòng đàn hồi: cao su

3) Tính Mômen tĩnh

❖ Với Mômen xoắn: Mx = 1474683,91 Nmm = 1474,68 Nm

=> Mômen xoắn tĩnh Mt = K . Mx = 1917,09 Nm

Trong đó:

K = 1,3 – là hệ số tải trọng động (tra bảng 9-1)

4) Các kích thước chủ yếu:

Với Mômen xoắn: M = 2000 Nm > M_t = 1474,68 Nm

- Đường kính trục: d = 70 mm
- Số chốt: Z = 10 mm
- Đường kính ngoài cùng: D = 250 mm
- Đường kính ổ lắp chốt bọc vòng đàn hồi: d_o = 46 mm
- Đường kính chốt: d_c = 24 mm
- Chiều dài toàn bộ của vòng đàn hồi: l_v = 44 mm
- Chiều dài chốt: l_c = 52 mm
- Ren: M 16
- Đường kính ngoài: 45 mm
- Tỷ số lò xo: c = 6 mm
- Đường kính vòng tròn qua tâm các chốt: D_o = D – d –15= 189 mm

4) Kiểm nghiệm

- Kiểm nghiệm về sức bền dập của vòng đàn hồi:

$$\sigma_d = \frac{2 . K . Mx}{Z . D_o . l_v . d_c} = 1,92 \text{ N/mm}^2 \leq [\sigma]_d = (2 \div 3) \text{ N/mm}^2$$

- Kiểm nghiệm về sức bền uốn:

$$\sigma_u = \frac{K . Mx_3 . l_c}{0,1 . Z . d_c^3 . D_c} = 38,15 \text{ N/mm}^2 \leq [\sigma]_u = (60 \div 80) \text{ N/mm}^2$$

CHƯƠNG VII: CẤU TẠO VỎ HỘP VÀ CÁC CHI TIẾT KHÁC

1) Cấu tạo vỏ hộp:

Ta chọn vật liệu cấu tạo vỏ hộp là gang xám.

2) Các kích thước:

Hai cấp: δ = 0,02 . A + 3 = 0,02 . 367 + 3 = 12,175 mm => Chọn δ = 13 mm

- **Chiều dày:**

- Chiều dày thành thân:

Hai cấp: δ = 0,02 . A + 3 = 0,02 . 367 + 3 = 12,175 mm => Chọn δ = 13 mm

- Chiều dày thành nắp hộp:

Hai cấp: $\delta 1 = 0,9 . \delta = 0,9 . 13 = 11,7$ mm => Chọn $\delta 1 = 12$ mm

- **Gân tăng cứng:**

- Chiều dày e của thân hộp: $e = (0,8 \div 1) * \delta = 1 * 13 = 13$ mm

- Chiều dày e của nắp hộp: $e = (0,8 \div 1) * \delta_1 = 1 * 12 = 12$ mm

- **Đường kính;**

- Bulong nền d_1: $d_1 > 0.04*a+10 = 0.04*367+10 = 24,68$ mm

- Bulong cạnh ổ d_2: $d_2 = 0,7 * d_1 = 17,276$ mm

- Bulong ghép bích nắp và thân d_3: $d_3 = 0,6 * d_1 = 14,808$ mm

- Vít ghép nắp ổ d_4: $d_4 = 0,6 * d_1 = 14,808$ mm

- Vít ghép nắp cửa thăm d_5: $d_5 = 0,5 * d_1 = 12,34$ mm

- **Mặt bích ghép nắp và thân:**

- Chiều dày mặt bích thân hộp S3: $S3 = 1,5 * d3 = 19,5$ mm

- Chiều dày mặt bích nắp hộp S4: $S4 = 1 * S3 = 12$ mm

- Bề rộng mặt bích nắp và thân: $K3 = K2 – 5 = 33,552$mm

- **Kích thước gối trục:**

- Dựa vào D – đường kính lỗ lắp ổ lăn, ta tra bảng 18-2 Trịnh Chất ta có:

	D	**D_2**	**D_3**	**Z**
Trục I	**68**	**84**	**110**	**4**
Trục II	**95**	**110**	**135**	**4**
Trục II	**110**	**130**	**160**	**6**

D_2 – đường kính ngoài

D_3 – đường kính đi qua tâm lỗ vít

Z – số vít lắp

- Bề rộng mặt ghép bulong cạnh ổ: $K_2 = E_2 + R_2 + 4 = 38,552$ mm

- Tâm lỗ bulong cạnh ổ: $E_2 = 1 * d_2 = 17,276$ mm ; $R_2 = 1* d_2 = 17,276$ mm

Trục I : C1 = D3 / 2 = 55 mm

Trục II : C2 = D3 / 2 = 67,5 mm

Trục III: C3 = D3 / 2 = 80 mm

- **Mặt đế hộp:**

- Chiều dày không có phần lồi: S1 = 1,5 * d1 = 37,02 mm

- Bề rộng đế hộp: K1 = 3*d1 = 74,04 mm ; q ≥ K1 + δ = 100,4 mm

- **Khe hở giữa các chi tiết:**

- Giữa bánh răng với thành trong hộp: Δ ≥ 1,2 * δ = 15,6 mm

- Giữa đỉnh bánh răng lớn với đáy hộp: $\Delta_1 \geq 4 * \delta = 52$mm

- Giữa mặt bên các bánh răng với nhau: Δ ≥ δ = 13mm

- **Số lượng bulong:**

- Chọn sơ bộ

L = 1020,2 mm – Chiều dài hộp

B = 309 mm – chiều rộng hộp

H =660 mm – Chiều cao hộp

$Z = \frac{L+B}{200}$ = 6,646 => Chọn Z= 6

3) Một số chi tiết khác

3.1 Cửa thăm

- Chọn vật liệu:

- Nắp (CT3)
- Tay nắm (núm), thông hơi (CT3)
- Đệm (bìa cứng)
- Vít (CT3)

❖ Để kiểm tra, quan sát các chi tiết máy trong hộp khi lắp ghép và để đổ dàu vào hộp, trên đỉnh hộp có lắp cửa thăm. Dựa vào bảng 10-12 trang 277 [1] ta chọn kích thước của cửa thăm như bảng 6.1:

A	**B**	A_1	B_1	**C**	C_1	**K**	**R**	**Kích thước vít**	**Số lượng vít**
200	150	250	200	230	130	180	15	M10×22	6

3.2 Nút thông hơi

- Làm bằng vật liệu thép CT3

- Khi làm việc nhiệt độ trong hộp tăng lên, để giảm áp suất và điều hòa không khí bên trong và bên ngoài hộp, người ta dùng nút thông hơi. Nút thông hơi được lắp trên nắp cửa thăm. Theo bảng 10-16 trang 279 [1] ta chọn các kích thước của nút thông hơi như bảng 6.2:

A	**B**	**C**	**D**	**E**	**G**	**H**	**I**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**R**	**S**
M27×2	15	30	15	45	36	32	6	4	10	8	22	6	32	18	36	32

3.3 Nút tháo dầu

- Được làm từ thép CT3

- Sau 1 thời gian làm việc, dầu bôi trơn chứa trong hộp bị bẩn hoặc bị biến chất, do đó phải thay dầu mới. Để tháo dầu cũ, ở đáy hộp có lỗ tháo dầu. Lúc làm việc lỗ được bít kín bằng nút tháo dầu. Dựa vào bảng 10-14 trang 278 [1] ta chọn nút tháo dầu có kích thước như bảng 6.3:

d	**b**	**m**	**a**	**f**	**L**	**e**	**q**	D_1	**D**	**S**	**l**
M30×2	18	14	4	4	36	4	27	30,5	45	32	36,9

3.4 Nắp ổ

- Dựa vào bảng 10-10b trang 270 ta có kích thước chỗ lắp nắp ổ:

Vị trí	**D**	D_1	D_2	d_3	**Số lượng**
Trục I	80	100	125	M8	4
Trục II	100	120	150	M10	6
Trục III	100	120	150	M10	6

3.5 Chốt định vị hình trụ

- Để đảm bảo dung sai kích thước của lỗ lắp ổ lăn nằm giữa thân hộp và nắp hộp sử dụng 2 chốt định vị lắp trên mặt bích hộp (bảng 10-10c[1])

d (mm)	6
c (mm)	1
l (mm)	60

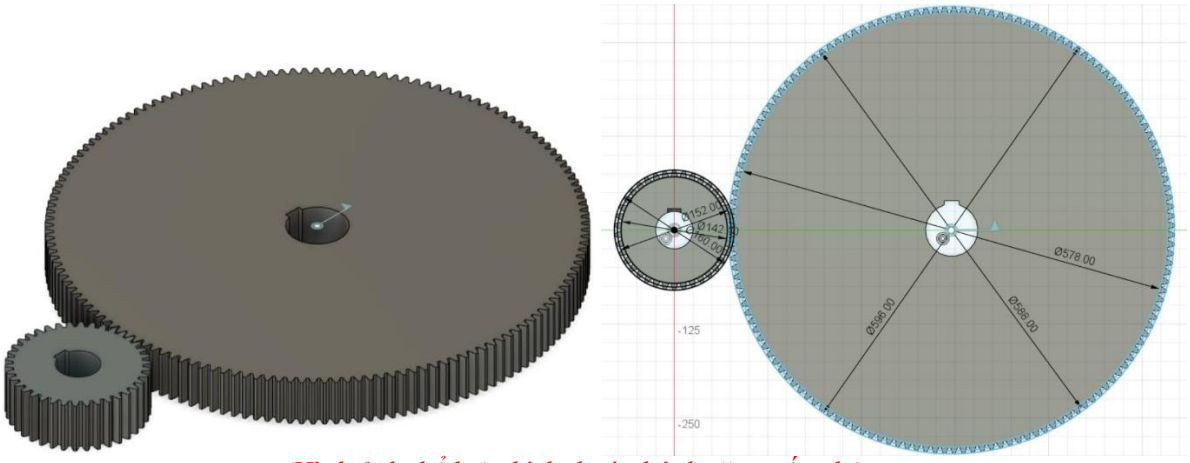
PHẦN 2: MÔ PHỎNG (SIMULATION)

Chương 1: Thiết kế 3D các cặp BR và các trục truyền HGT

Các thông số đầu vào :

- **Bộ truyền bánh răng cấp chậm**

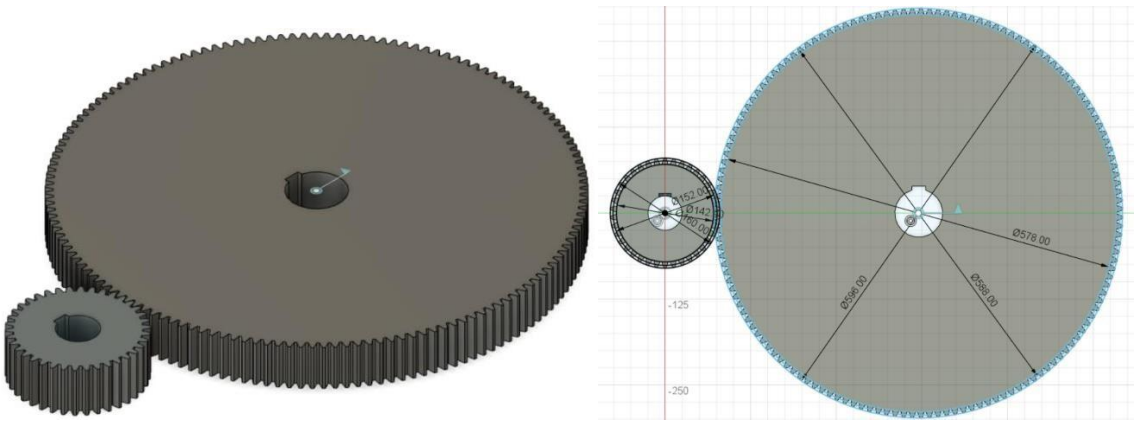
Thông số	Ký hiệu	Bánh răng nhỏ	Bánh răng lớn
Khoảng cách trục a_w	a_w	367 mm	
Module pháp m	m	4 mm	
Chiểu rộng b_w	b_w	60	55
Tỷ số truyền u	u_1	3,8618	
Số răng z_1, z_2	z_1, z_2	38	147
Hệ số dịch chỉnh	x_1, x_2	0	
Góc ăn khớp	β	20^0	
Đường kính vòng lăn	d_w	160 mm	596 mm
Đường kính đỉnh răng	d_a	160 mm	596 mm
Đường kính chân răng	d_f	142 mm	578 mm
Đường kính vòng chia	d_c	152 mm	588 mm



Hình ảnh thể hiện kích thước bánh răng cấp chậm

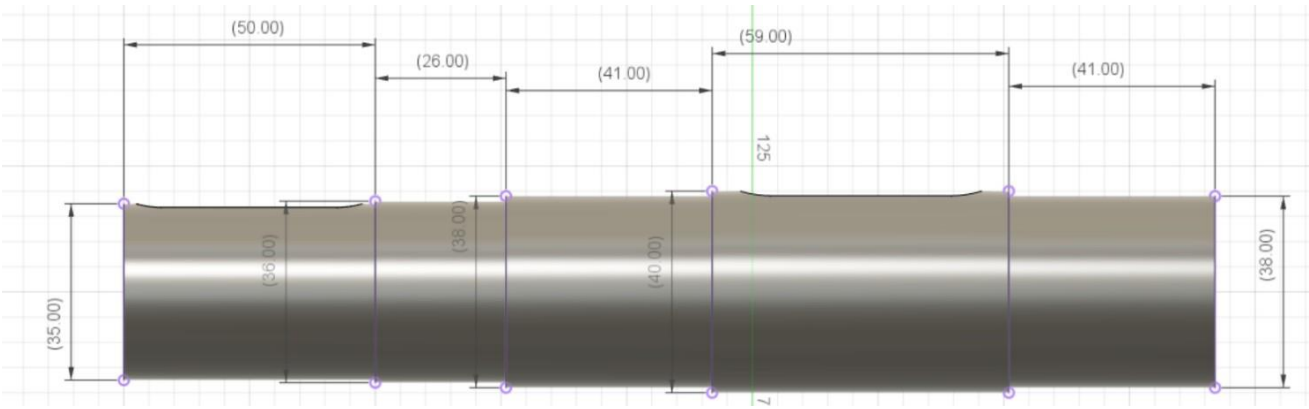
- **Bộ truyền bánh răng cấp nhanh**

Thông số	Ký hiệu	Bánh răng nhỏ	Bánh răng lớn
Khoảng cách trục a_w	a_w	367 mm	
Module pháp m	m	4 mm	
Chiểu rộng b_w	b_w	60	55
Tỷ số truyền u	u_1	3,8618	
Số răng z_1, z_2	z_1, z_2	38	147
Hệ số dịch chỉnh	x_1, x_2	0	
Góc ăn khớp	β	20^0	
Đường kính vòng lăn	d_w	160 mm	596 mm
Đường kính đỉnh răng	d_a	160 mm	596 mm
Đường kính chân răng	d_f	142 mm	578 mm
Đường kính vòng chia	d_c	152 mm	588 mm

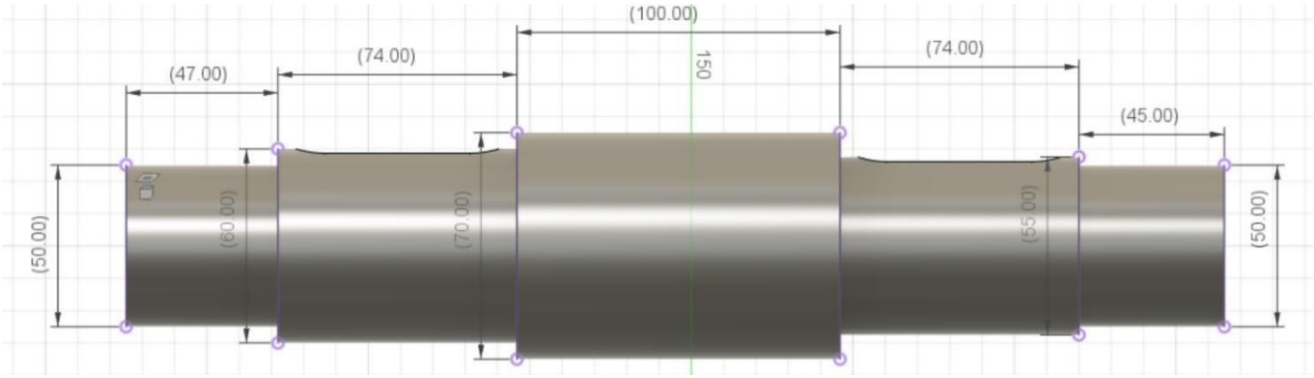


Hình ảnh thể hiện kích thước bánh răng cấp chậm

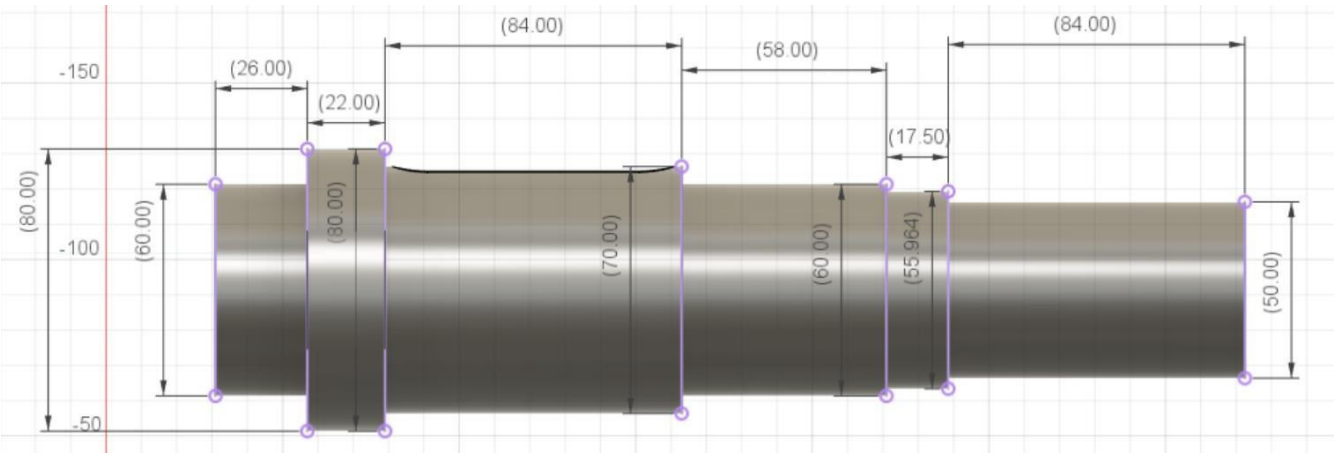
Thiết kế trục 1



Thiết kế trục 2



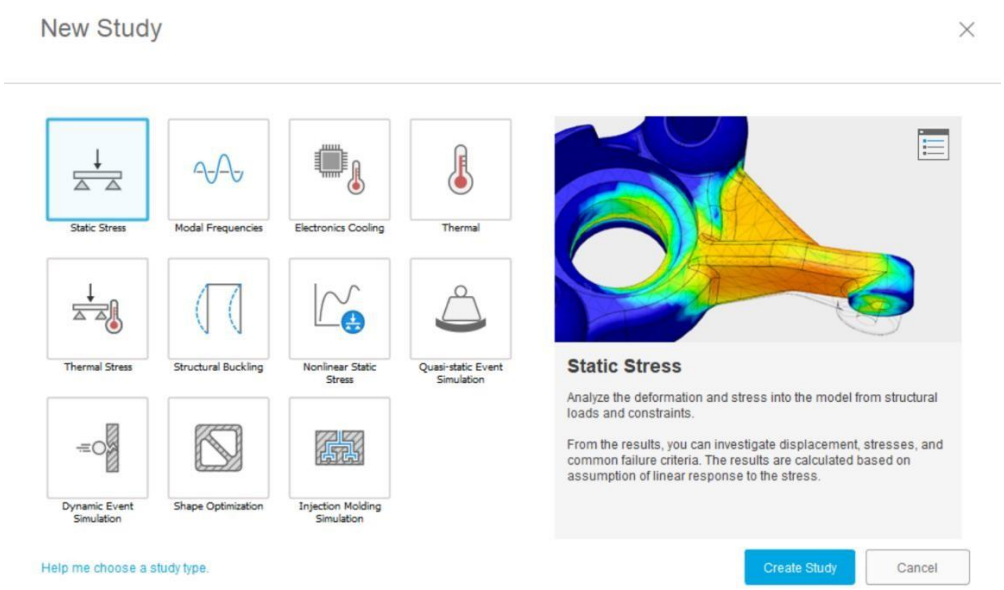
Thiết kế trục 3



CHƯƠNG 2: MÔ PHỎNG CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT BÁNH RĂNG

1. Cặp bánh răng thẳng cấp nhanh

Chọn loại mô phỏng



Hình lựa chọn mô hình phân tích ứng suất tĩnh cặp bánh răng cấp nhanh

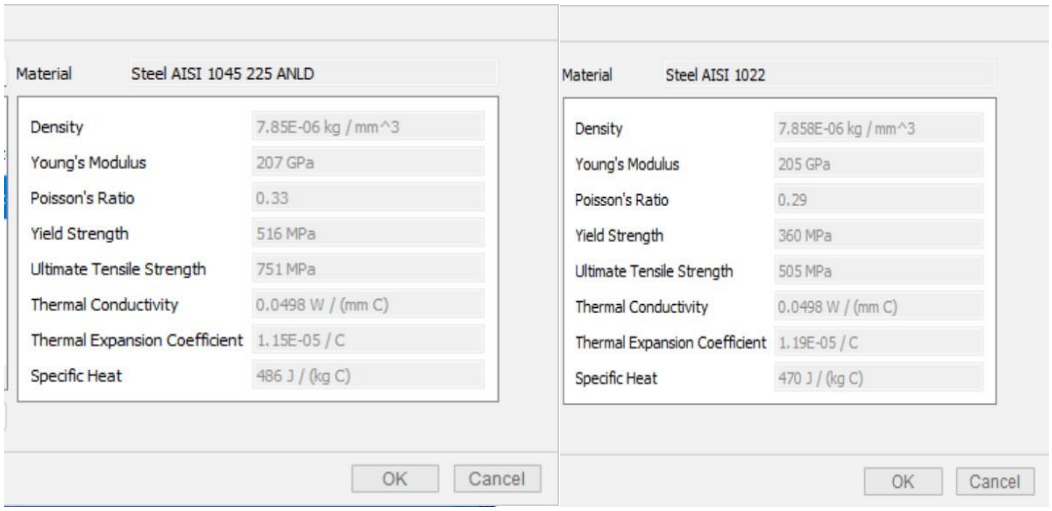
- Chọn Static Stress (ứng suất tĩnh) để quan sát được độ biến dạng và ứng suất thông qua việc đặt momen lên bánh răng.

a) Chọn vật liệu

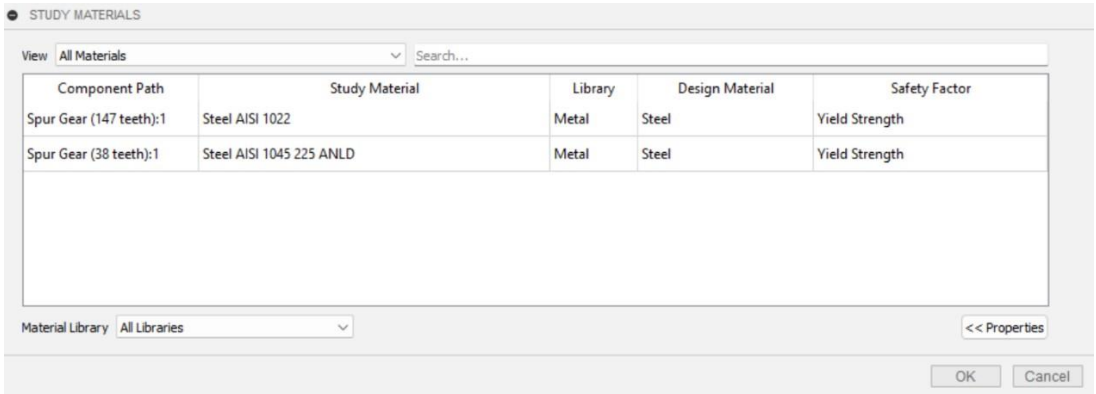
- Chọn Materials → Chọn Study Materials
    - Bánh nhỏ C45 thường hóa tương ứng với Steel AISI 1045 225 ALND(0.42-0.50%C)

    - Bánh lớn C40 thường hóa tương ứng với Steel AISI 1022 (0,37 ~ 0,43 %C)

Vì Fushion 360 không có chuẩn thép C45,C40 nên chọn loại thép có hàm lượng Cacbon gần với nhau ,có độ cứng gần và giới hạn bền,giới hạn chảy gần với giá trị đã chọn (Bảng 3-8 trang 40 TKCTM Nguyễn Trọng Hiệp)



Bảng thành phần các loại vật liệu đã chọn



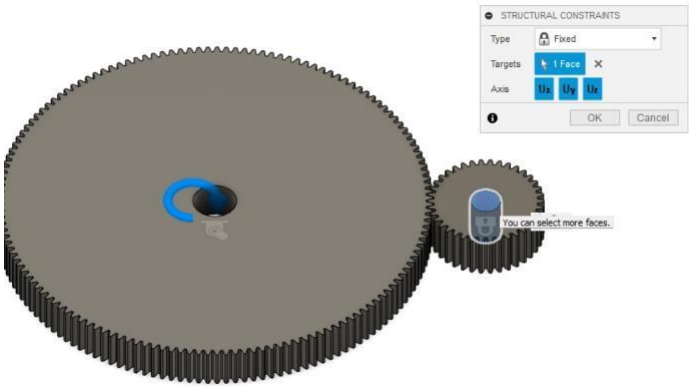
Hình 1.1 Chọn vật liệu (materials)

Chú thích :

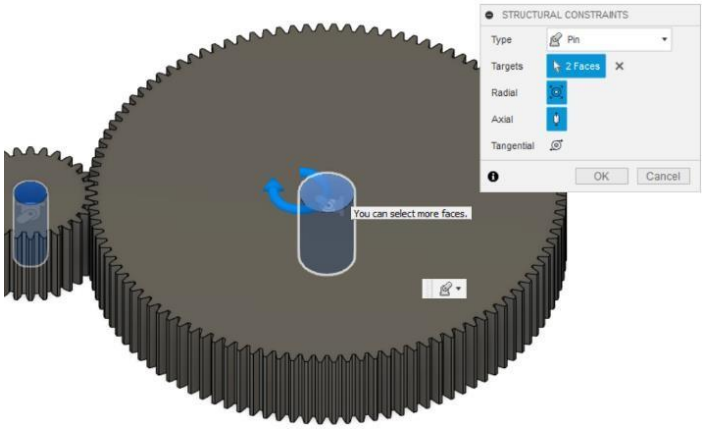
- ✓ Study Materials: Khu vực chọn vật liệu cho bánh răng
- ✓ Safety Factor: Hệ số an toàn
- ✓ Yield Strength: Độ bền chảy
- ✓ Ultimate Tensile Strength: Độ bền kéo

b) Chọn các ràng buộc

- Chọn Constraints →Structural Constraints để tạo điều kiện ràng buộc.
  - ➢ Bánh lớn: Dùng Pin để tạo chuyển động quay
  - ➢ Bánh nhỏ: Dùng Fixed để ngàm



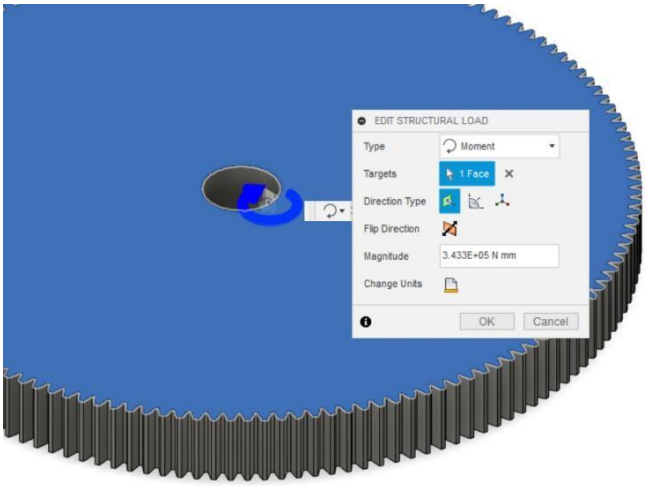
Hình 1.2. Ràng buộc bánh răng nhỏ



Hình 1.3. Ràng buộc bánh răng lớn

c) Tải trọng

- ➢ Chọn Loads để đặt lực tác động lên bánh răng.



Hình 1.4 Đặt moment và vị trí đặt moment

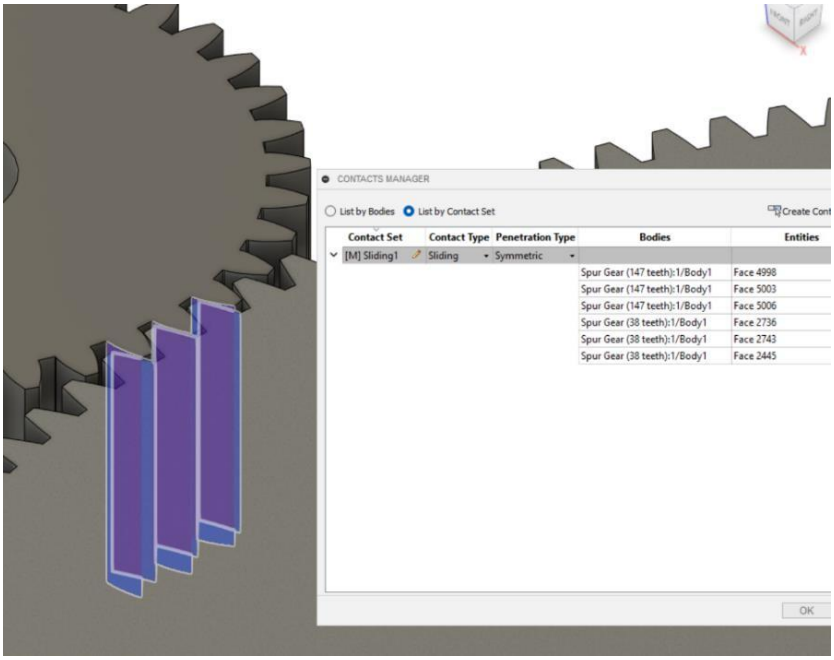
=

- Lí do đặt lực: Ta đặt moment ở bánh lớn vì bánh lớn là đầu ra và đặt lực ở đó kiểm tra xem ứng suất đầu ra của bánh lớn có đạt tiêu chuẩn tính toán thiết kế hay không.

d) Chọn vùng tiếp xúc

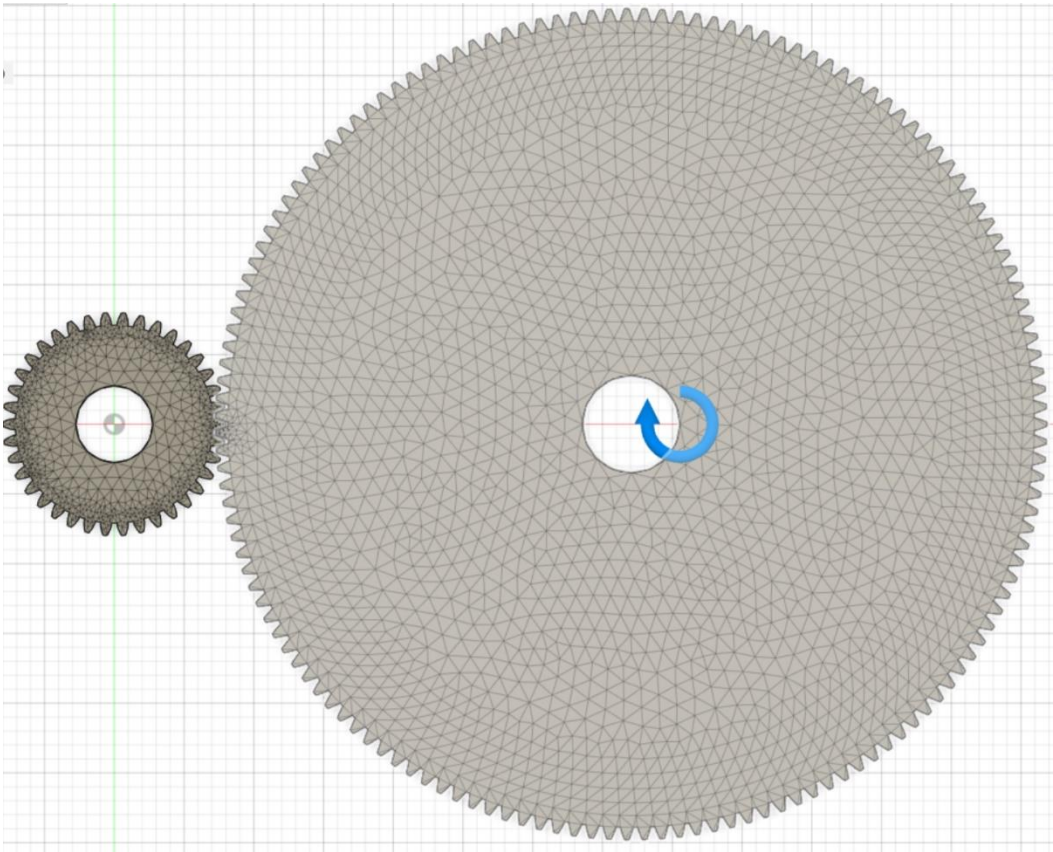
- Chọn manual contacts: Sau đó chọn các mặt tiếp xúc theo yêu cầu
- Chọn manage contacts: Chọn kiểu tiếp xúc 'Sliding'

*Trong mô phỏng bánh răng trong Fusion 360, Sliding là một tính năng cho phép bạn mô phỏng quá trình chuyển động giữa hai bánh răng bằng các bề mặt tiếp xúc được chọn trượt qua theo hướng tiếp tuyến nhau.



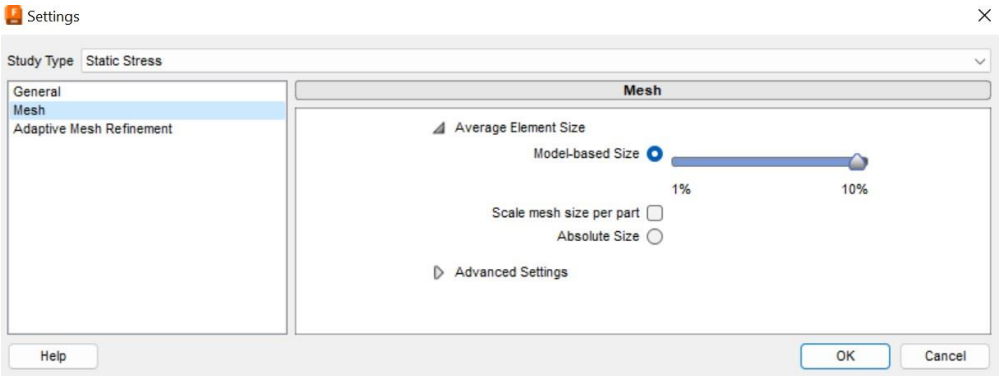
Hình 1.5 Chọn vùng tiếp xúc

e) Chia lưới



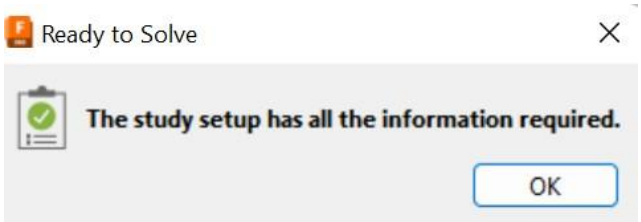
Hình 1.6. Chia lưới (meshing)

- Chúng ta có thể chọn tỉ lệ kích thước phần tử nhỏ thì độ chích xác FEM sẽ tăng



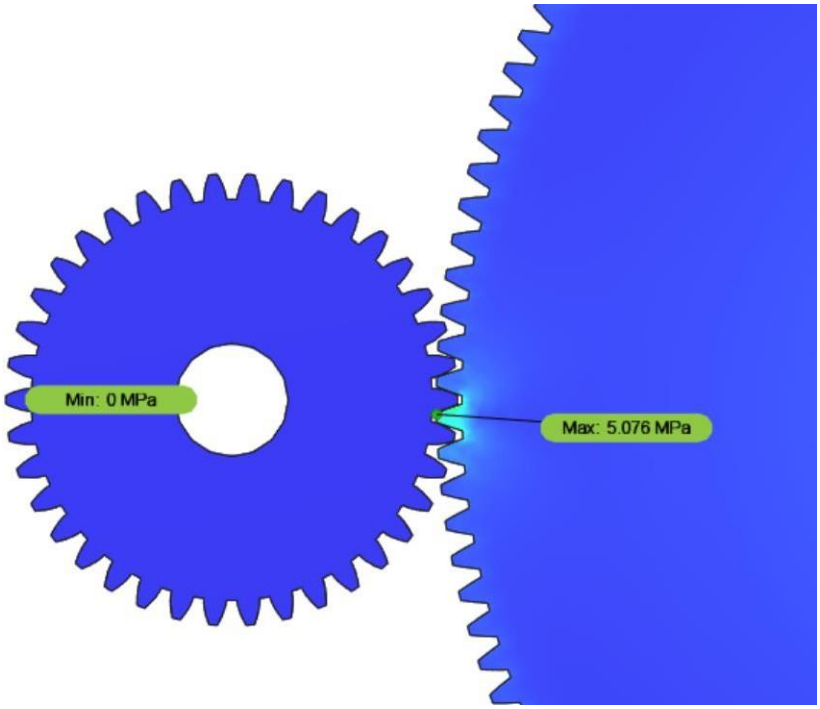
f)Mô phỏng

- Pre-check hiện như thông báo thì chúng ta có thể mô phỏng

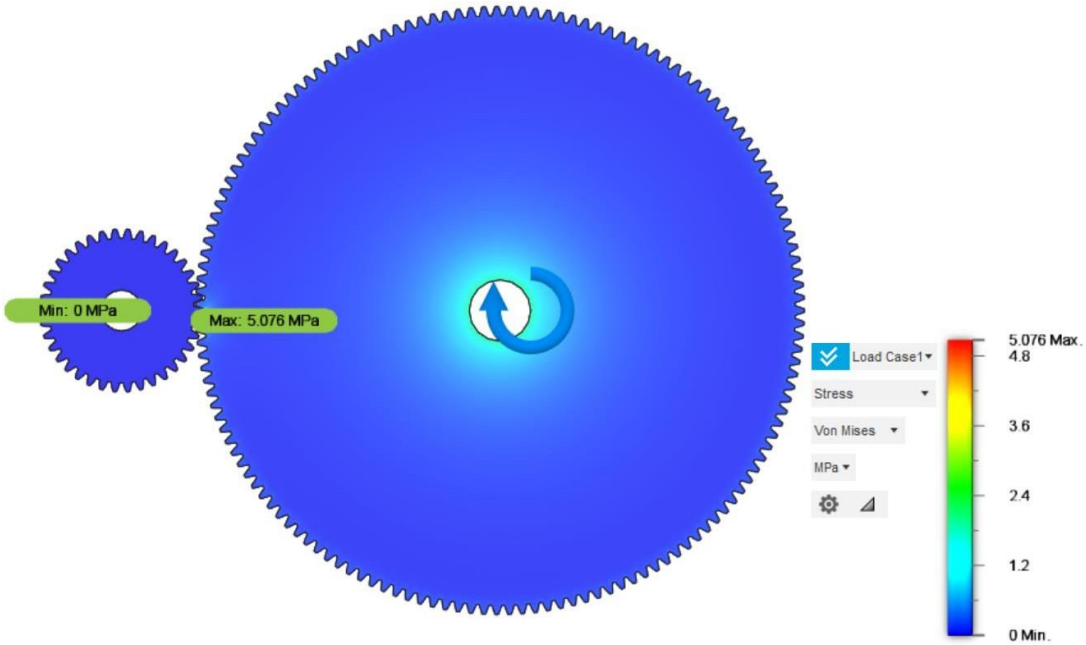

Ready to Solve
The study setup has all the information required.
OK

Sau đó

- Chọn Solve để quan sát ứng suất phân bố trên bánh răng
- Chọn Actual Scale



Hình 1.7. Nơi có ứng suất lớn nhất đạt được

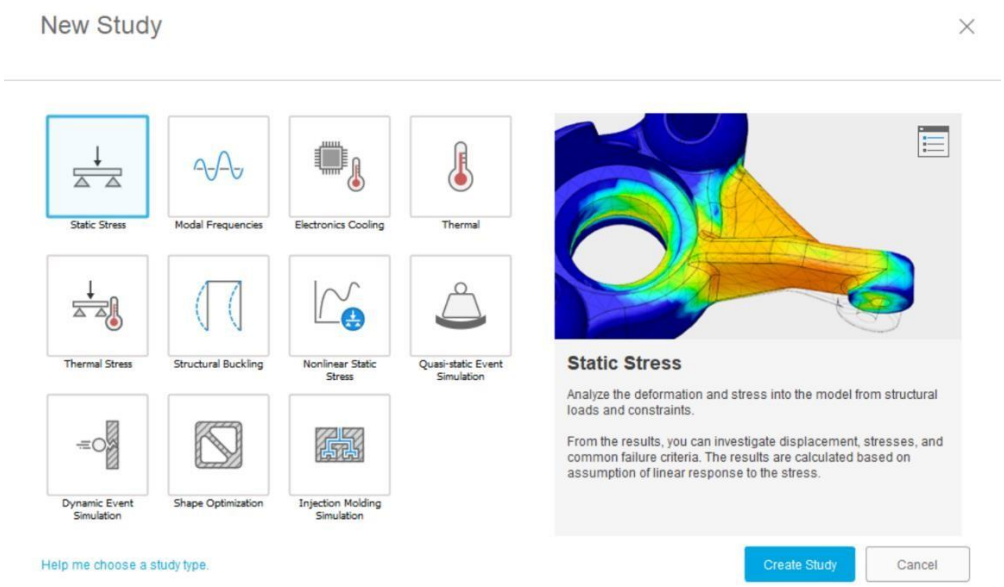


Hình 1.8 Kết quả mô phỏng lực truyền trên cặp bánh răng cấp nhanh

Nhận xét: Ta thấy ứng suất lớn nhất tại vùng tiếp xúc làm việc của bánh răng nhỏ là 5.076 *Mpa* =5,076 / mm^2 < $[\sigma]_{tx}$ = 546 N/mm^2 nên bánh răng trên thỏa mãn yêu cầu thiết kế.

2. Cặp bánh răng thẳng cấp chậm

Chọn loại mô phỏng



Hình lựa chọn mô hình phân tích ứng suất tĩnh cặp bánh răng cấp chậm

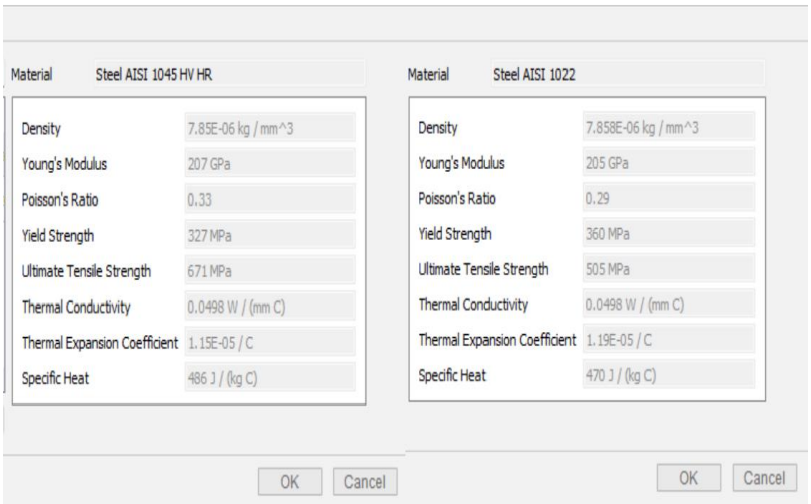
- Chọn Chọn Static Stress (ứng suất tĩnh) để quan sát được độ biến dạng và ứng suất thông qua việc đặt momen lên bánh răng.

a) Chọn vật liệu

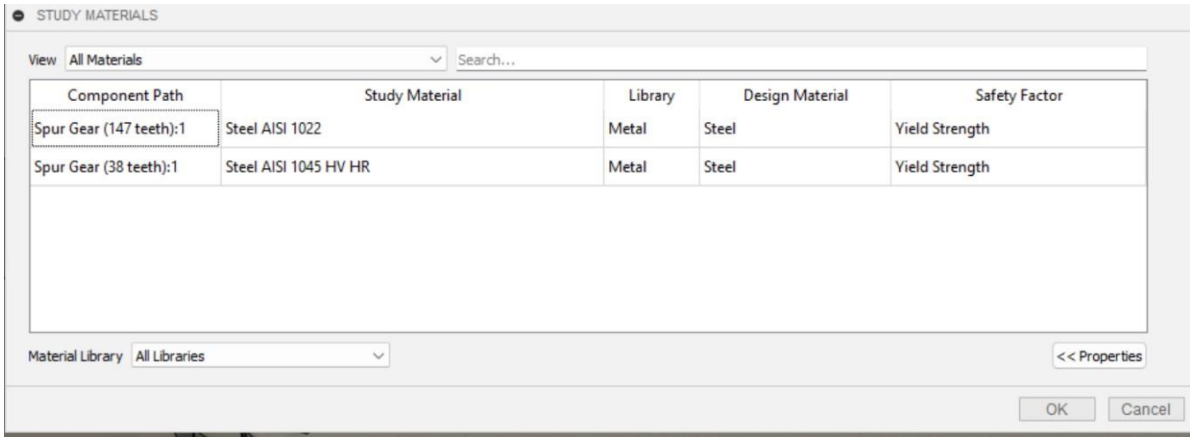
- Chọn Materials → Chọn Study Materials

  - Bánh nhỏ C50 thường hóa tương ứng với Steel AISI 1045 HV HR (0.47-0.53% C)
  - Bánh lớn C40 thường hóa tương ứng với Steel AISI 1022 (0,37 ~ 0,43 %C)

Vì Fushion 360 không có chuẩn thép C50,C40 nên chọn loại thép có hàm lượng Cacbon gần với nhau ,có độ cứng gần và giới hạn bền,giới hạn chảy gần với giá trị đã chọn (Bảng 3-8 trang 40 tl TKCTM Nguyễn Trọng Hiệp)



Bảng thành phần các vật liệu đã chọn



Hình 2-1. Chọn vật liệu

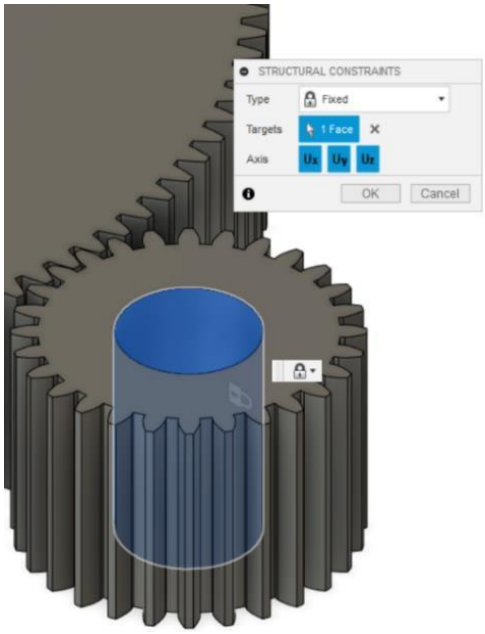
Chú thích :

- ✓ Study Materials: Khu vực chọn vật liệu cho bánh răng
- ✓ Safety Factor: Hệ số an toàn
- ✓ Yield Strength: Độ bền chảy
- ✓ Ultimate Tensile Strength: Độ bền kéo

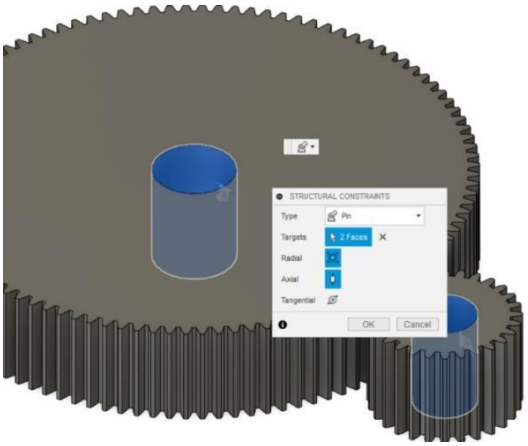
b) Chọn ràng buộc

- Chọn Constraints →Structural Constraints để tạo điều kiện ràng buộc.

- ➢ Bánh lớn: Dùng Pin để tạo chuyển động quay
- ➢ Bánh nhỏ: Dùng Fixed để ngàm.



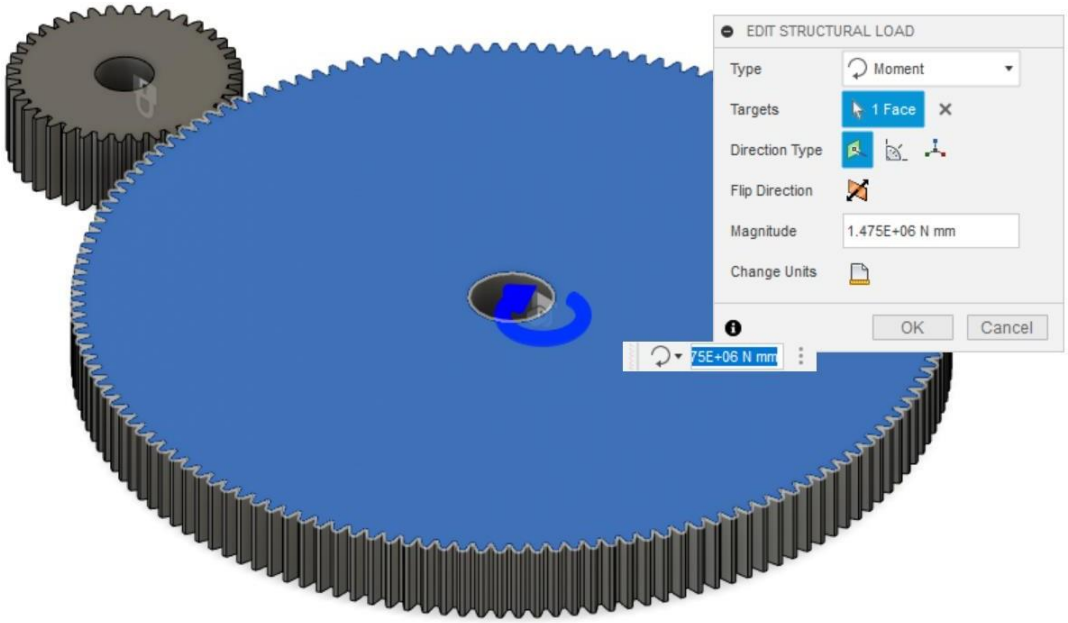
Hình 2.2 Ràng buộc bánh răng nhỏ



Hình 2.3 Ràng buộc bánh răng lớn

C) Tải trọng

- Chọn Loads để đặt lực tác động lên bánh răng.



Hình 2.4 Đặt moment và vị trí đặt moment

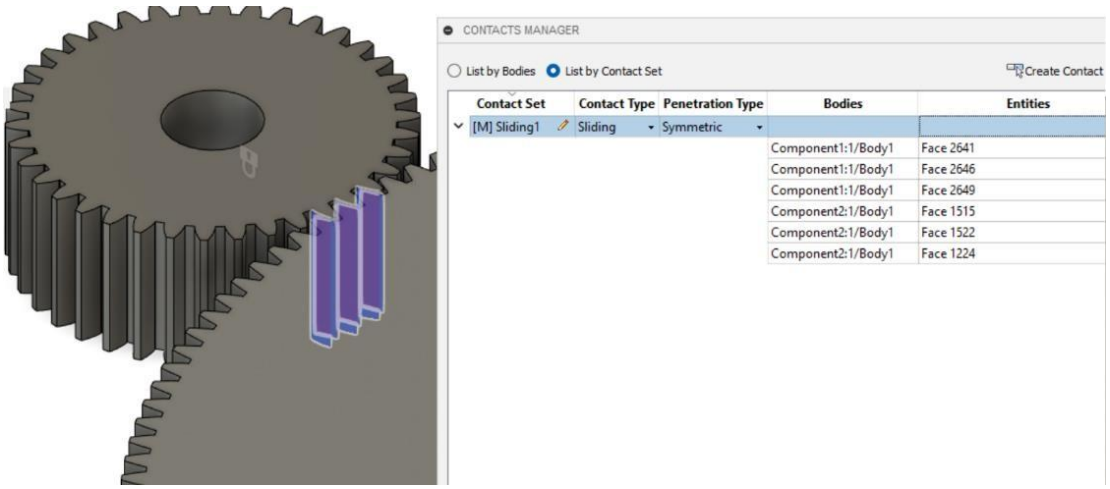
❖ Lí do đặt lực: Ta đặt moment ở bánh lớn vì bánh lớn là đầu ra và đặt lực ở đó kiểm tra xem ứng suất đầu ra của bánh lớn có đạt tiêu chuẩn hay không.

d) Vùng tiếp xúc

➢ Chọn manual contacts: Sau đó chọn các mặt tiếp xúc theo yêu cầu

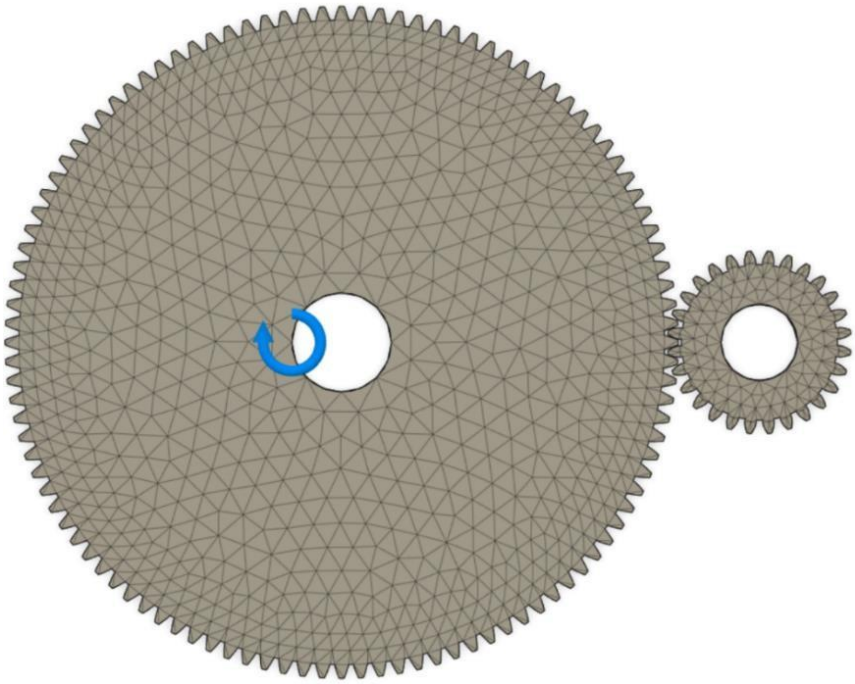
➢ Chọn manage contacts: Chọn kiểu tiếp xúc 'Sliding'

*Trong mô phỏng bánh răng trong Fusion 360, Sliding là một tính năng cho phép bạn mô phỏng quá trình chuyển động giữa hai bánh răng bằng các bề mặt tiếp xúc được chọn trượt qua theo hướng tiếp tuyến nhau.



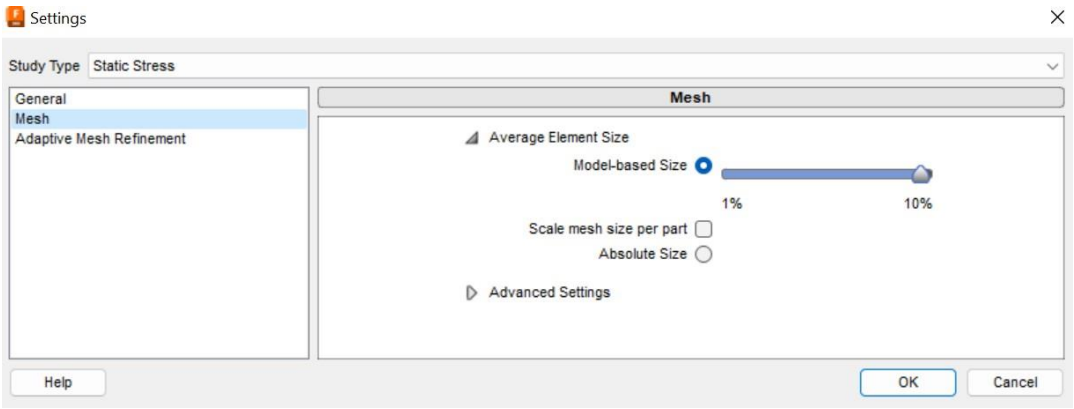
Hình 2.5 Chọn vùng tiếp xúc

e) Chia lưới



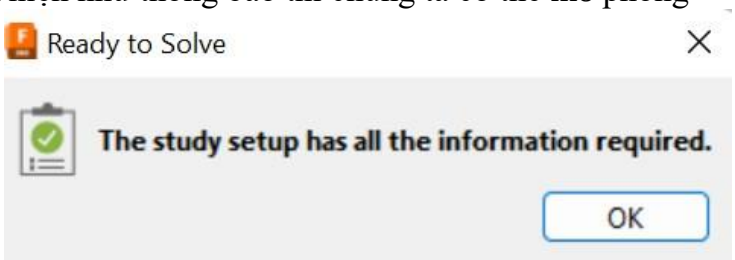
Hình 2.6. Chia lưới (meshing)

- Chúng ta có thể chọn tỉ lệ kích thước phần tử nhỏ thì độ chích xác FEM sẽ tăng



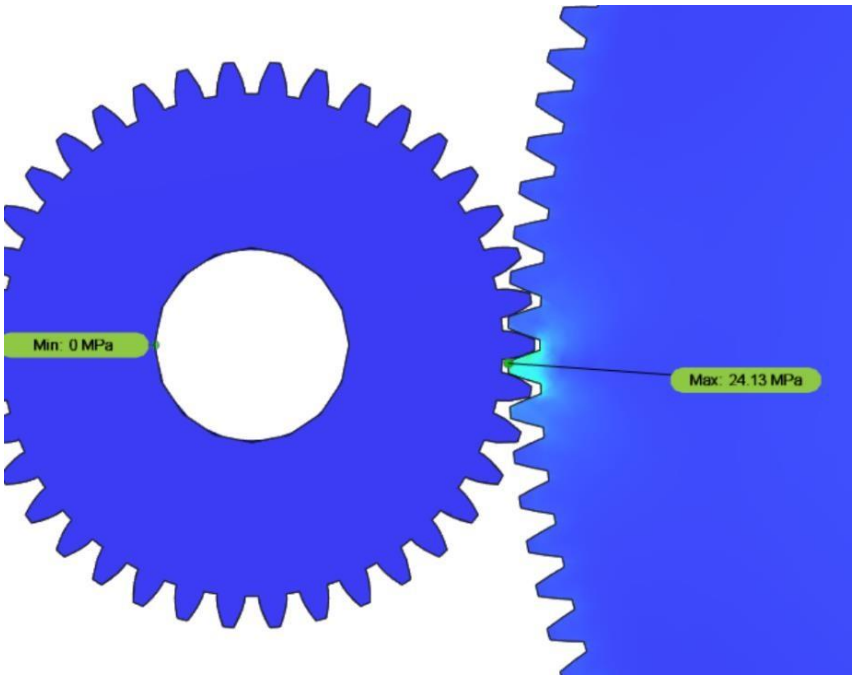
f)Mô phỏng

➢ Pre-check hiện như thông báo thì chúng ta có thể mô phỏng

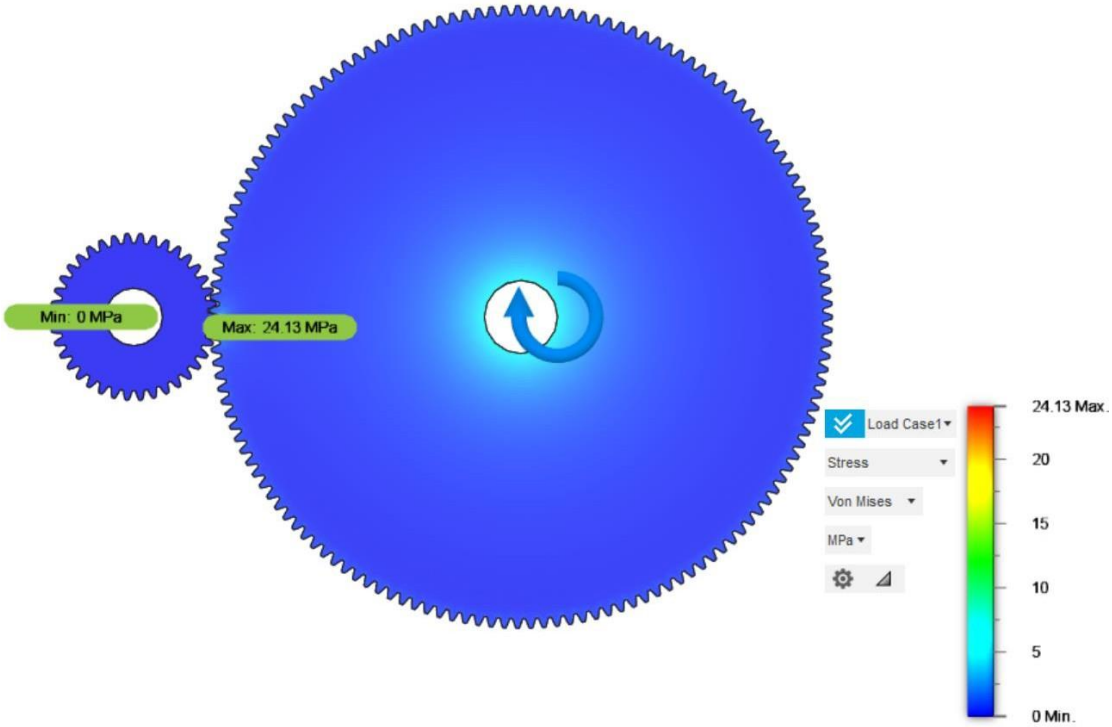


Sau đó

- Chọn Solve để quan sát ứng suất phân bố trên bánh răng
- Chọn Actual Scale



Hình 2.7.Ứng suất lớn nhất đạt được



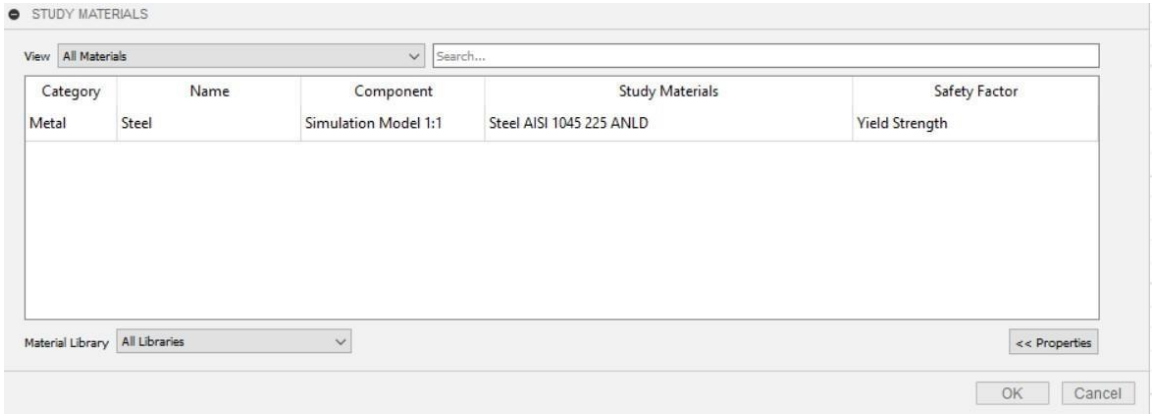
Hình 2.8 Kết quả mô phỏng lực truyền trên cặp bánh răng cấp chậm

❖ Nhận xét: Ta thấy ứng suất lớn nhất tại vùng tiếp xúc làm việc của bánh răng lớn
Ta có : 24.13 *Mpa* =24.13 N/mm^2<[σ]$_{tx}$ = 520 N/mm^2 nên bánh răng trên thỏa mãn yêu cầu thiết kế

CHƯƠNG 2: MÔ PHỎNG PHÂN TÍCH VÀ KIỂM TRA ĐỘ BỀN CÁC TRỤC HGT

1. Chọn vật liệu

- Trục làm từ vật liệu thép C45 thường hóa tương ứng với Steel AISI 1045 225 ALND



Hình 1.1 Chọn vật liệu trong Fushion 360

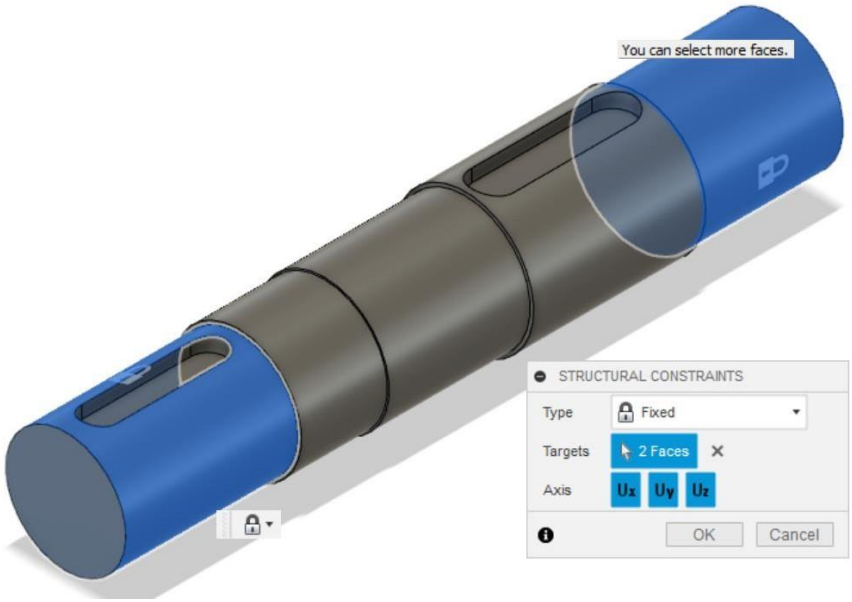
- Chọn Materials → Chọn Study Materials
  - ✓ Study Materials: Khu vực chọn vật liệu cho trục
  - ✓ Safety Factor: Hệ số an toàn
  - ✓ Yield Strength: Độ bền chảy
  - ✓ Ultimate Tensile Strength: Độ bền kéo

2. Phân tích và mô phỏng các trục

Trục I

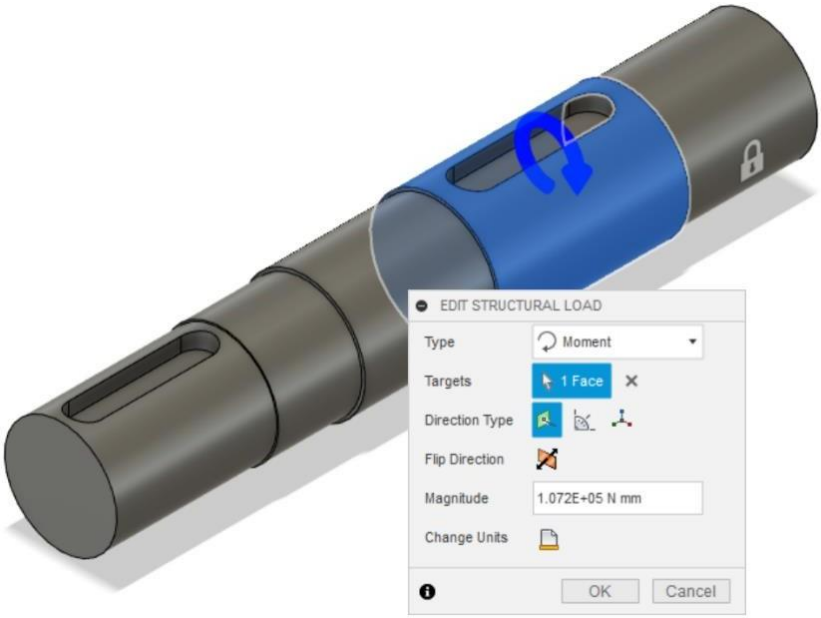
Chọn các ràng buộc

- Chọn Constraints →Structural Constraints để tạo điều kiện ràng buộc.

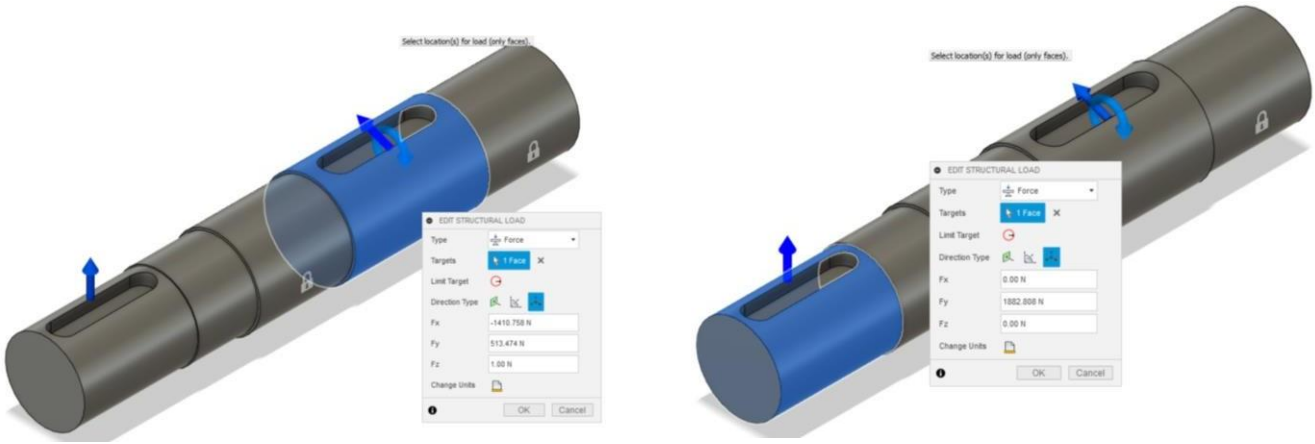


Hình 1.2 Chọn ràng buộc

a) Đặt lực

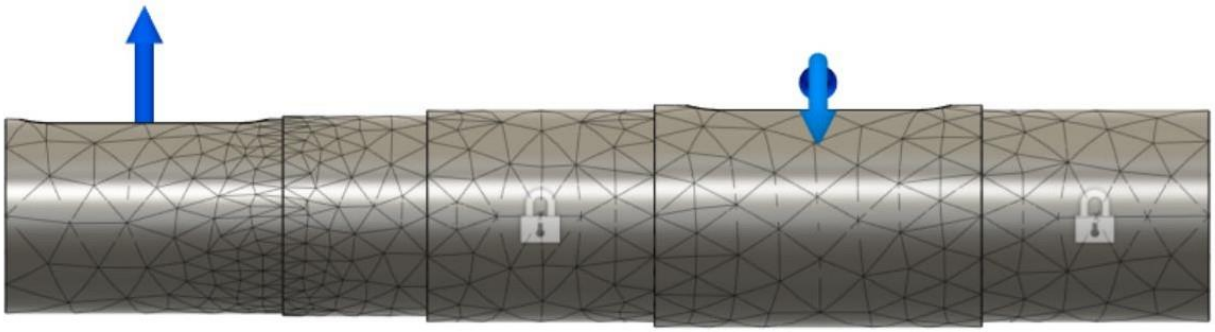


Hình 1.3 Đặt momen tại bánh răng cấp nhanh



Hình 1.4 Đặt lực tại trục 1

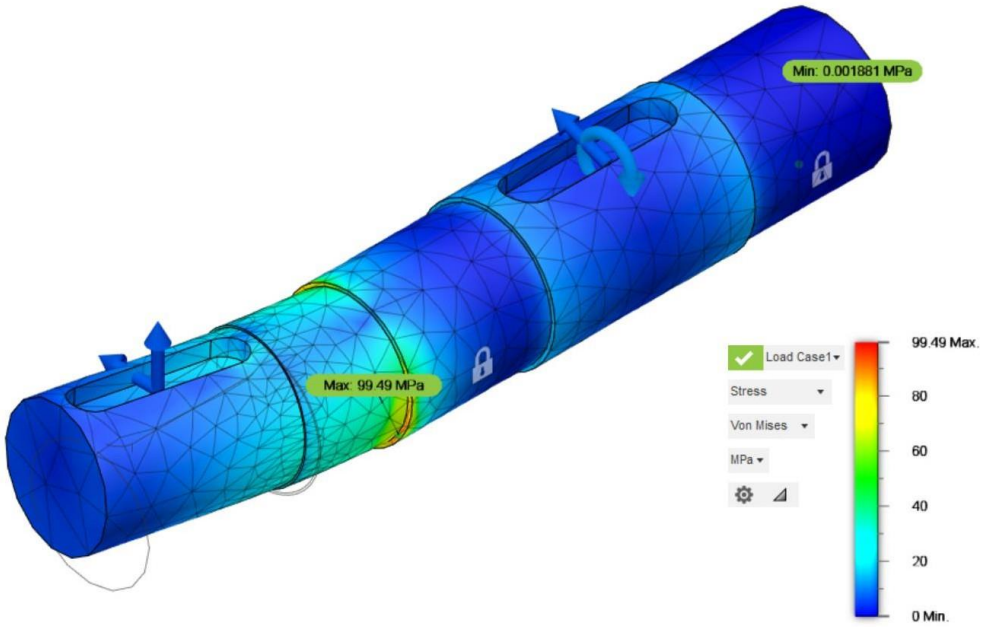
b) Chia lưới

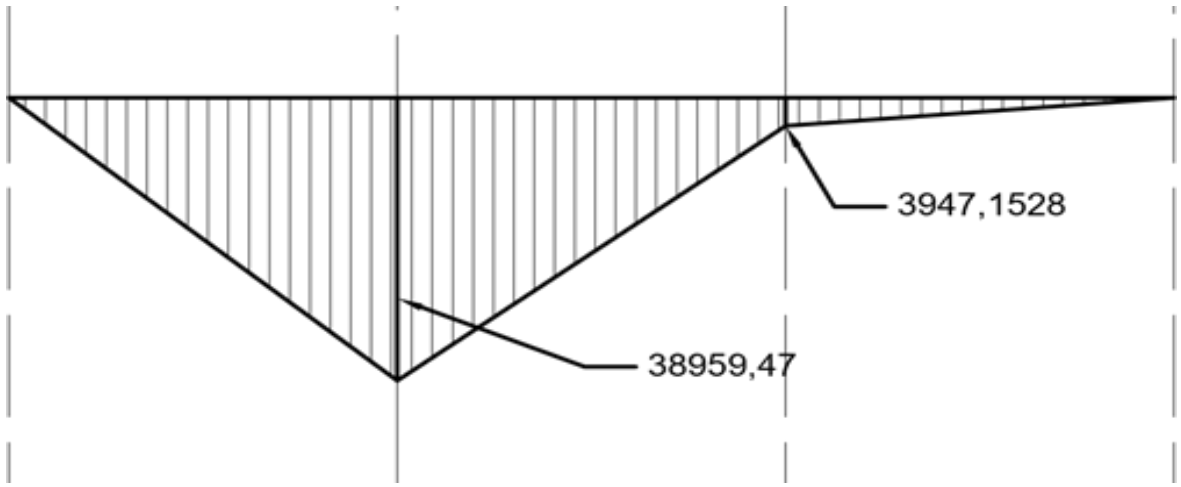


Hình 1.5 chia lưới

c) Mô phỏng

- Confirmed result :



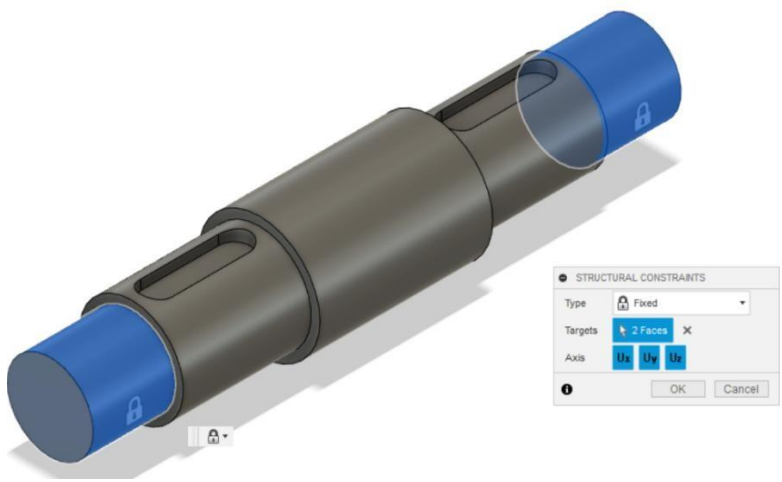


Hình 1.6 Mô phỏng FEM so với biểu đồ momen uốn của trục 1

- Kết quả mô phỏng so với biểu đồ moment được tính toán

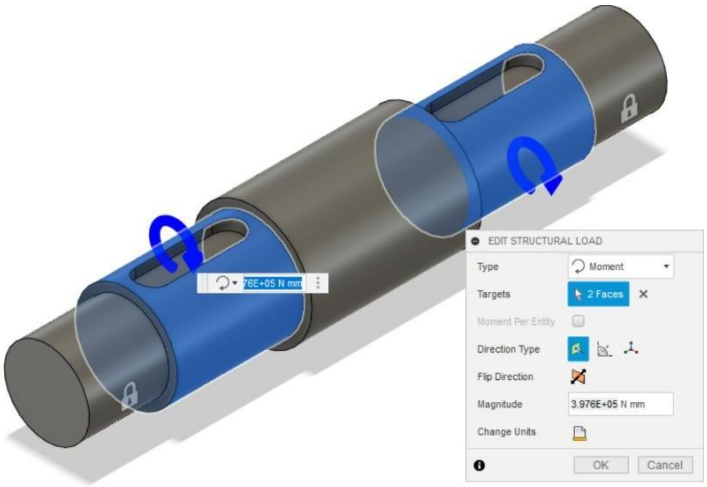
Trục II

a) Chọn các ràng buộc
Chọn Constraints →Structural Constraints để tạo điều kiện ràng buộc

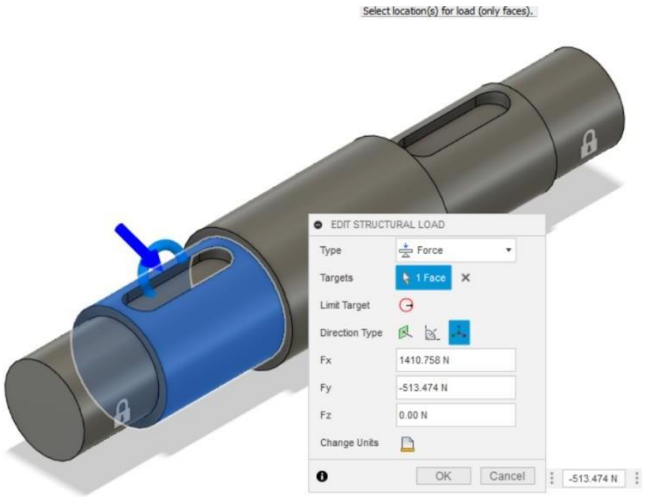


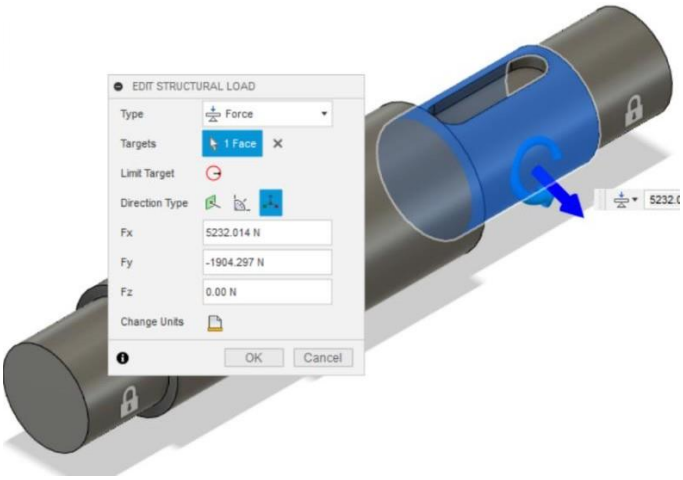
Hình 2.1 Chọn các ràng buộc

b) Đặt lực



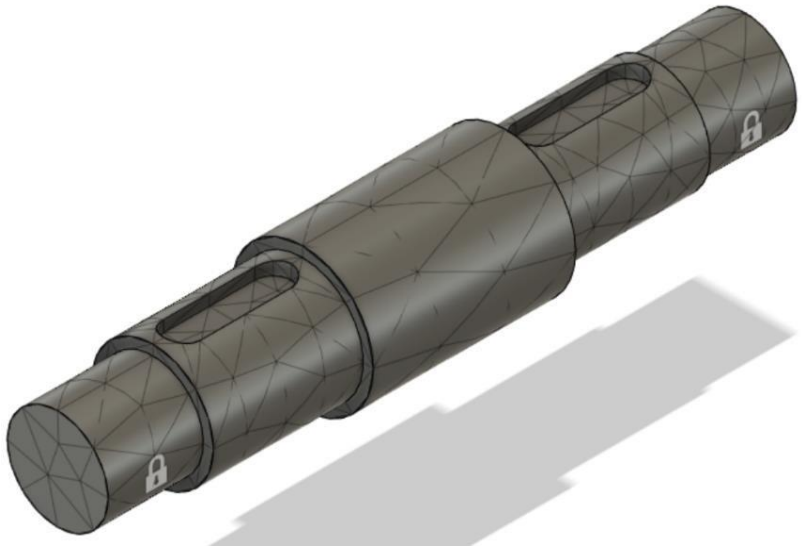
Hình 2.2 Đặt momen





Hình 2.3 Đặt lực lên trục II

c) Chia lưới (Meshing)

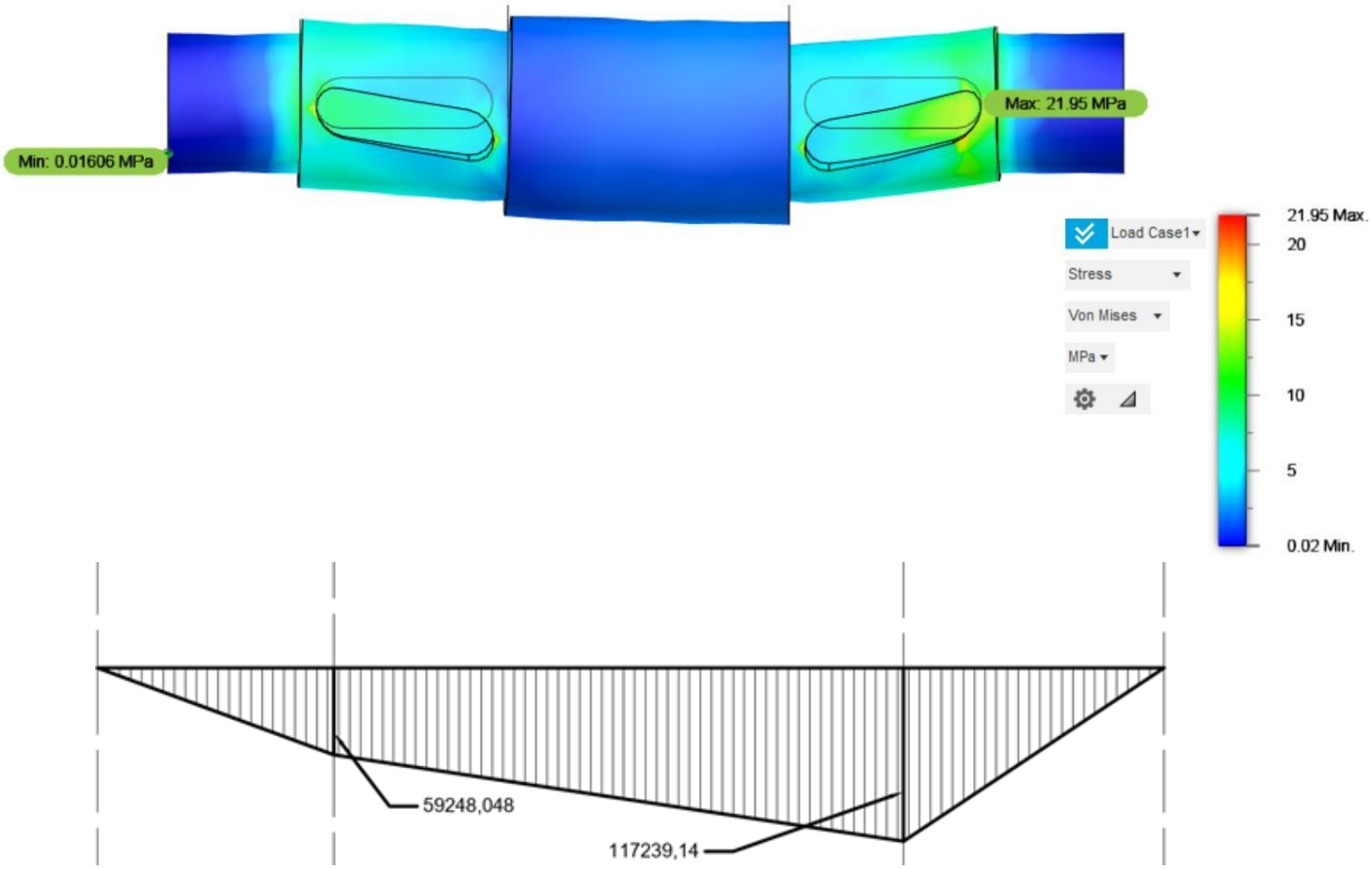


s

Hình 2.4 Chia lưới

d) Mô phỏng

➢ Confirmed result :



Hình 2.6 Mô phỏng FEM so với biểu đồ momen uốn của trục 2

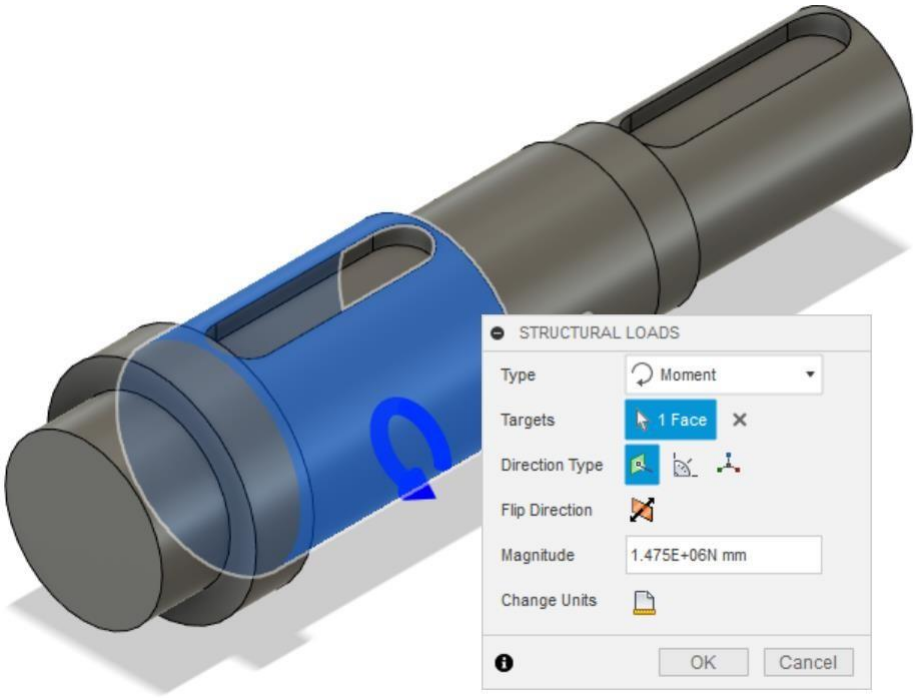
- Kết quả mô phỏng so với biểu đồ moment được tính toán

Trục III

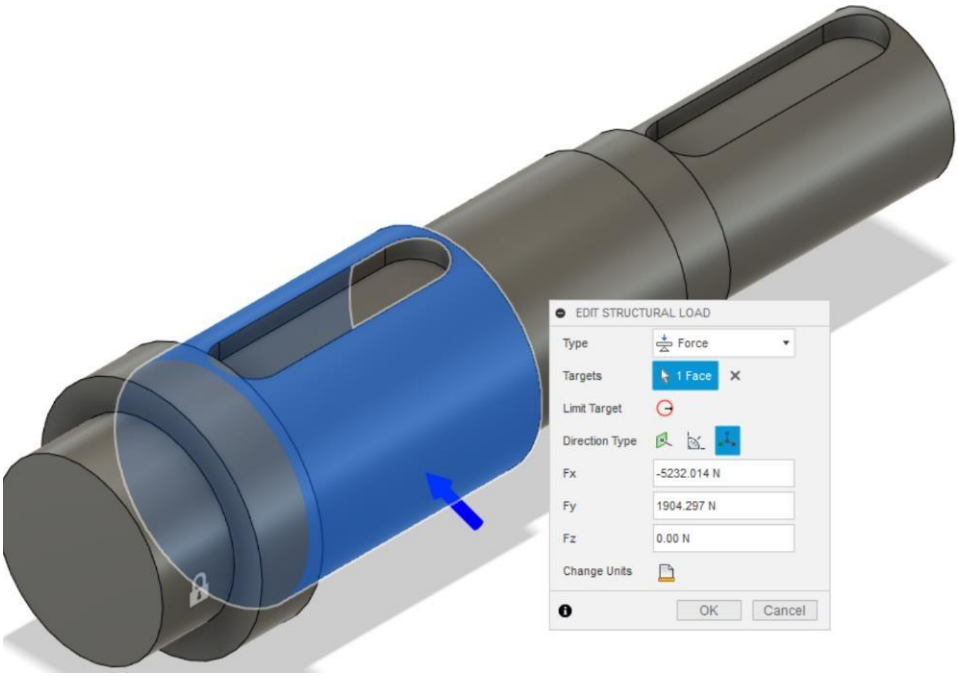
a) Chọn ràng buộc

Hình 3.1 Chọn ràng buộc

b) Đặt lực

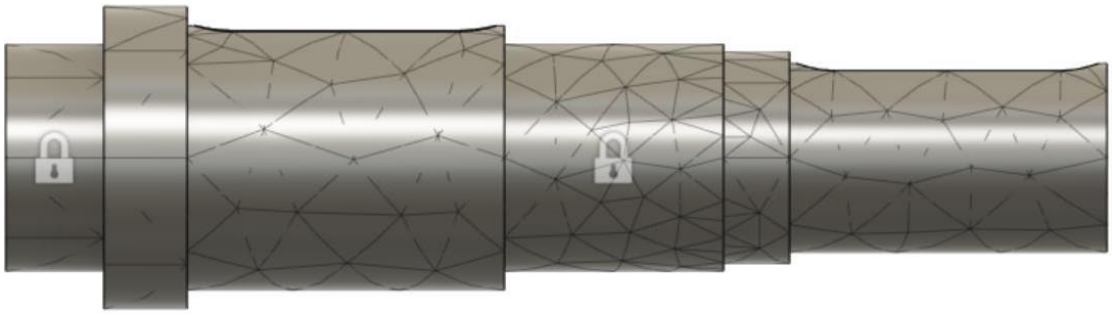


Hình 3.2 Đặt lực momen



Hình 3.3 Đặt Lực trục III

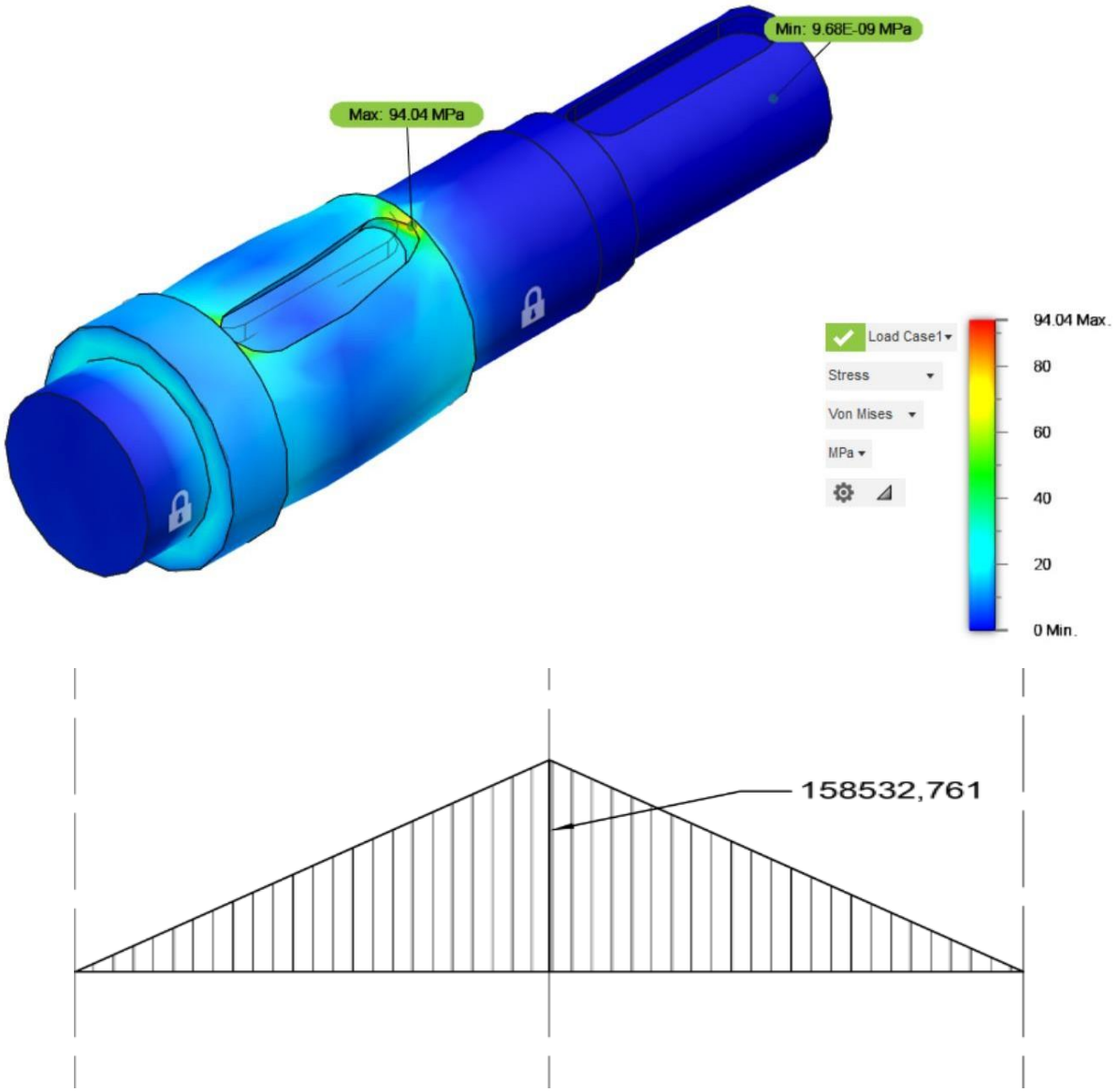
c) Chia lưới(Meshing)



Hình 3.4 Chia lưới

d) Mô phỏng

- Confirmed result :



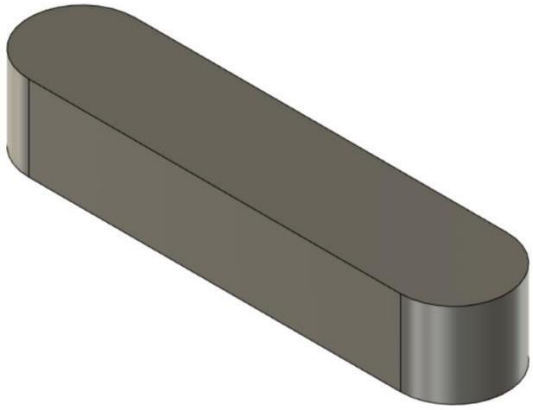
Hình 3.6 Mô phỏng FEM so với biểu đồ momen uốn của trục 3

- Kết quả mô phỏng so với biểu đồ moment được tính toán

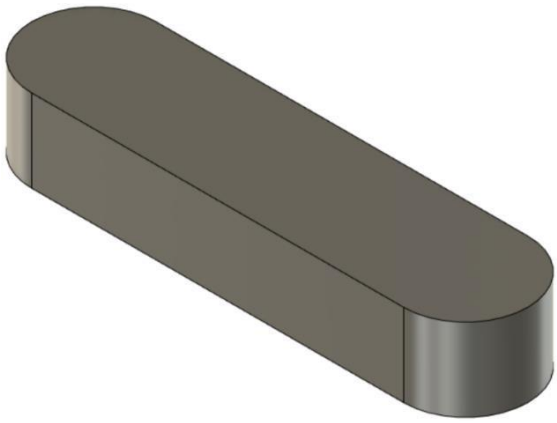
CHƯƠNG 3: LẮP RÁP CÁC CHI TIẾT THIẾT KẾ

1. Lắp ráp trục I:

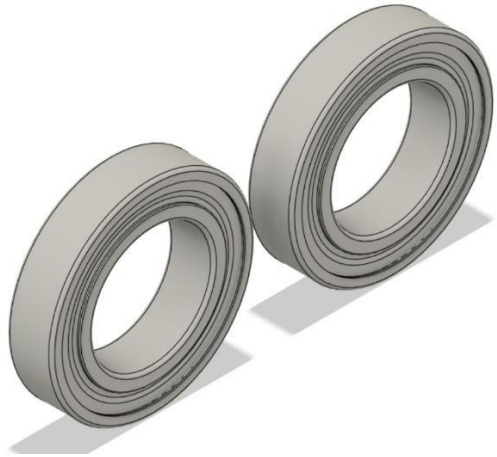
a) Các bộ phận thuộc trục I:



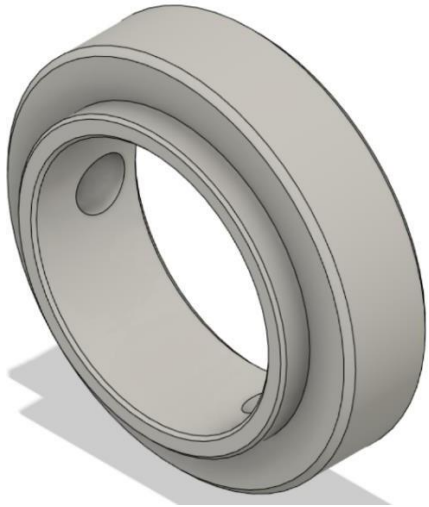
Hình 1.1 Then tại đai



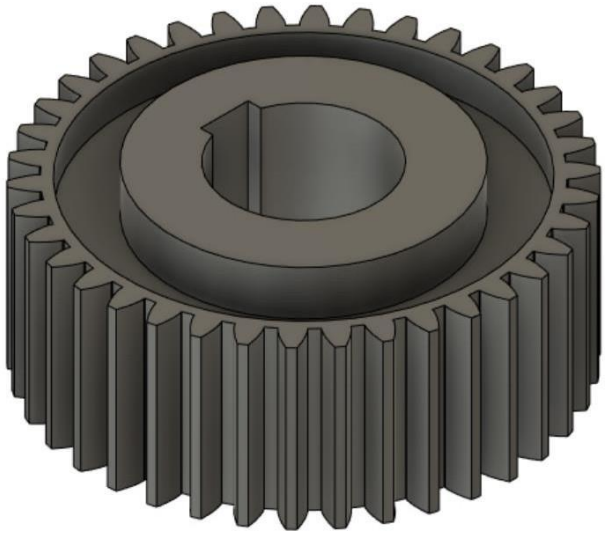
Hình 1.2 Then tại trục



Hình 1.3. 2 ổ bi trục 1

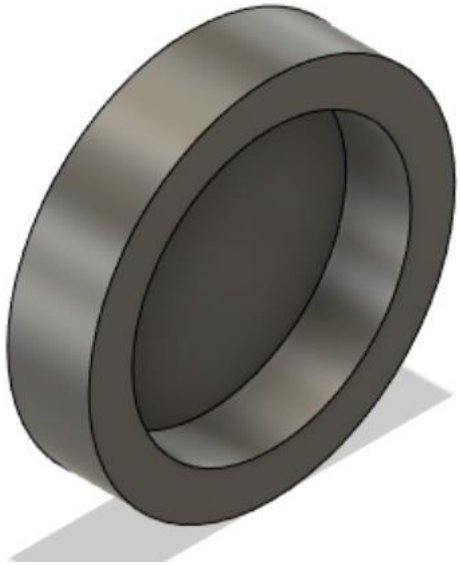


Hình 1.4 Nắp chặn cố định bánh răng



Hình 1.4 Bánh răng nhỏ cấp chậm

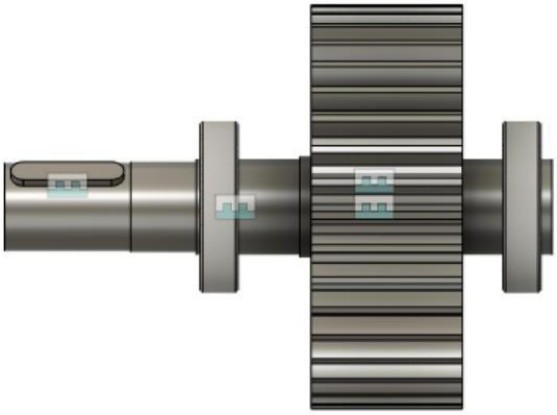
Hình 1.5 Trục 1



Hình 1.5 Nắp đậy ổ lăn

2) Lắp ráp

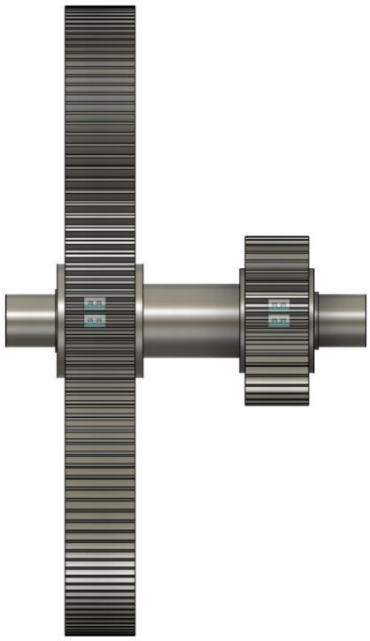
Hình 2.1 Lắp then trục 1



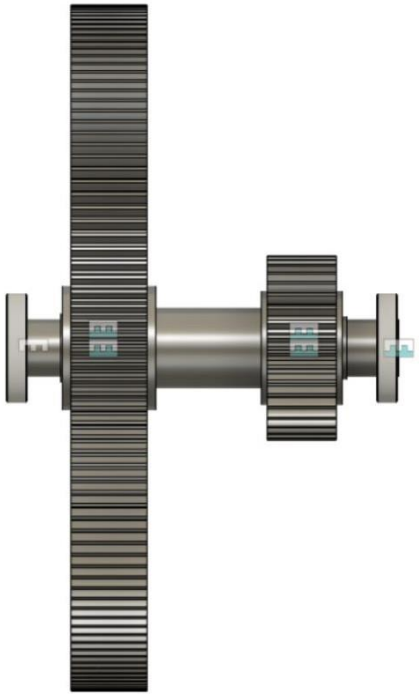
Hình 2.2 Lắp bánh răng nhỏ cấp chậm và ổ lăn

Trục 2

Hình 2.3 Lắp then trục II

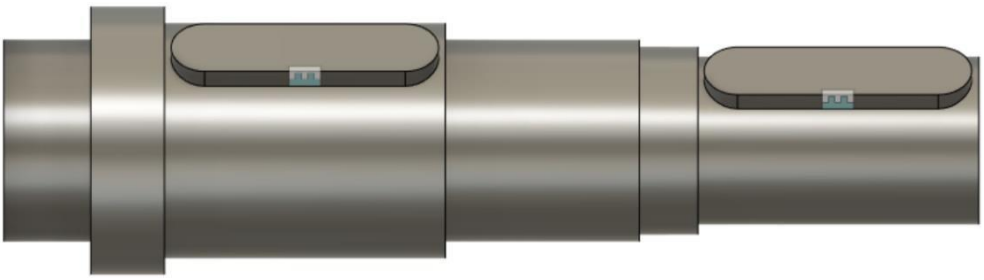


Hình 2.4 Lắp bánh răng

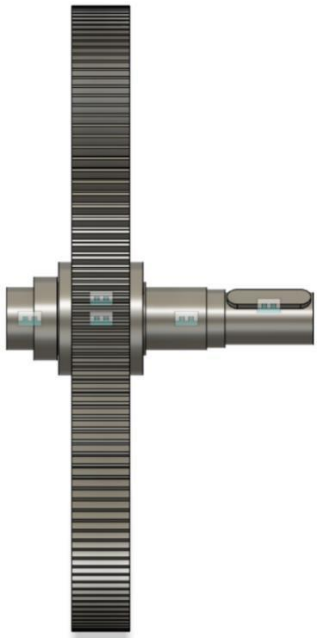


Hình 2.5 Lắp ổ lăn

Trục 3



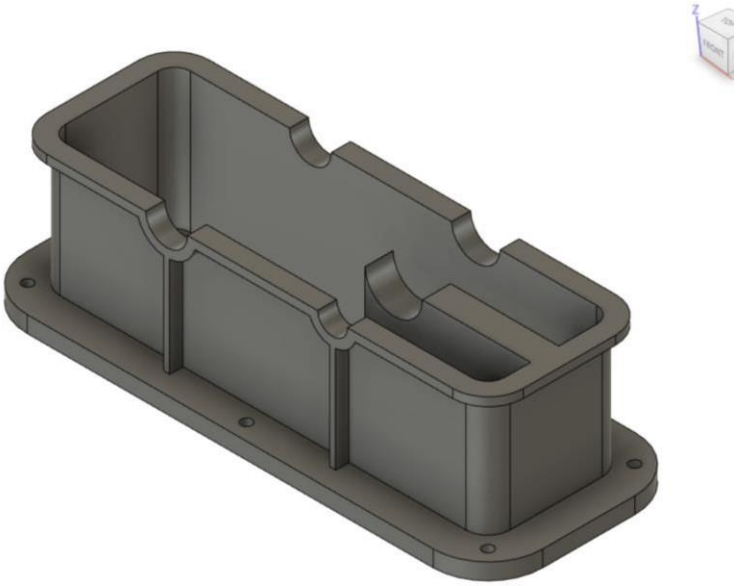
Hình 2.6 Lắp then trục III



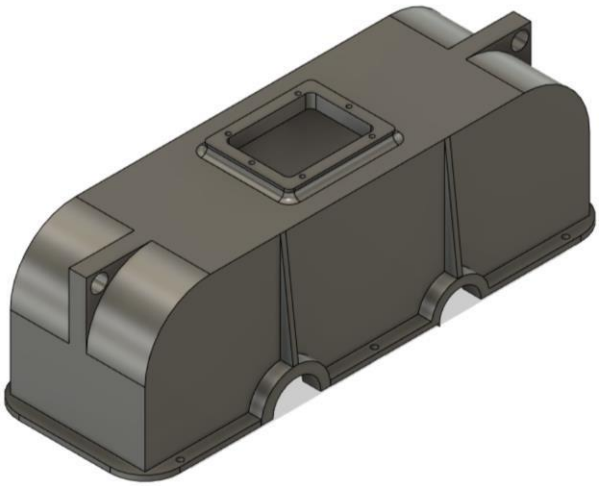
Hình 2.7 Lắp bánh răng

Hình 2.8 Lắp ổ lăn

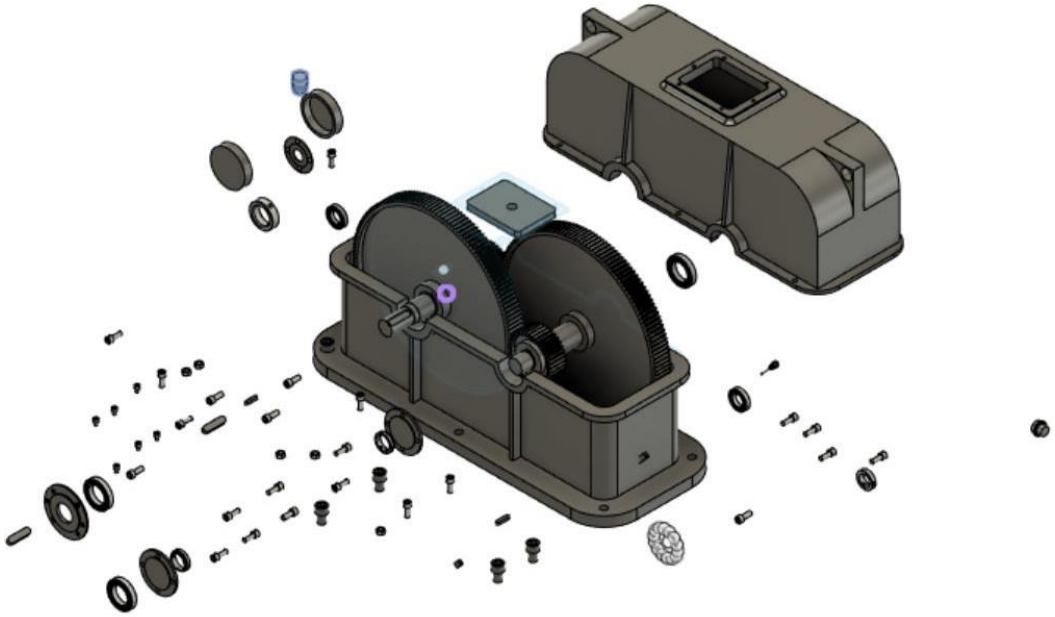
LẮP RÁP TỔNG THỂ:



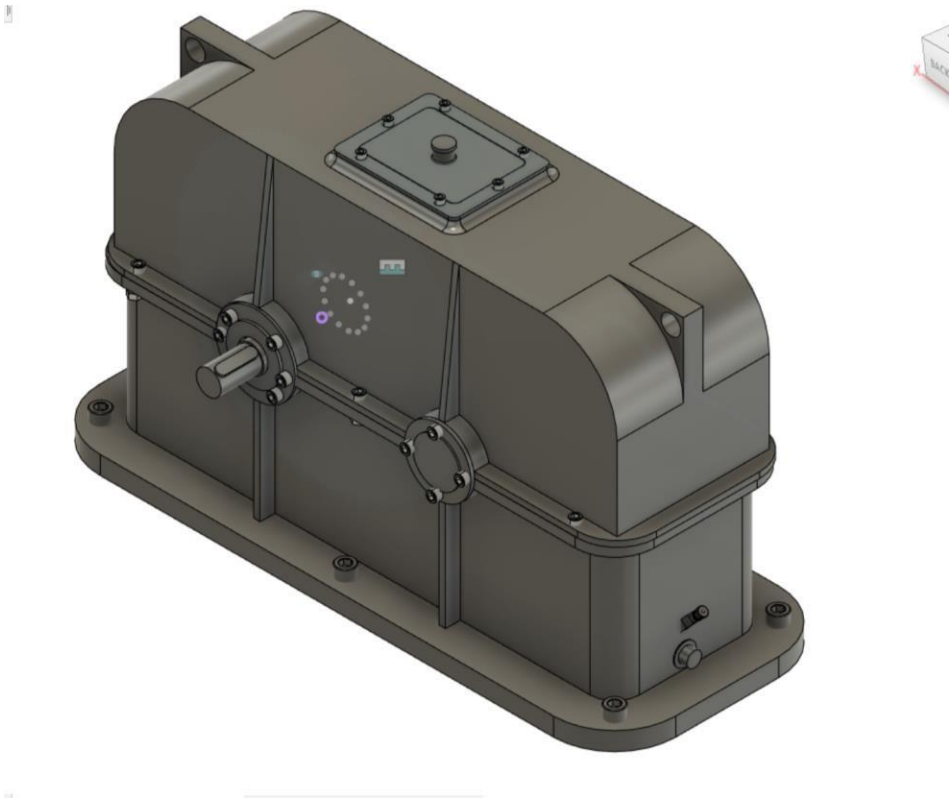
Hình thân hộp giảm tốc



Hình nắp hộp giảm tốc



Hình tổng quát các chi tiết trước khi lắp ráp HGT



Hình sau khi lắp tổng thể HGT

PHẦN 3: CAD/ CAM/ CNC

CHƯƠNG 1: PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ CHI TIẾT

I. Lựa chọn chi tiết

- Chi tiết chọn là trục I của hộp giảm tốc.
- Phôi ban đầu có đường kính 45 mm, chiều dài phôi 220 mm.
- Vật liệu: thép 45 tôi thường hóa
- Cần gia công chính xác trục với:
  - Đường kính phôi: 45[mm]
  - Chiều dài phôi: 220 [mm]
  - Độ bền cứng: 190 [HB]
  - Giới hạn bền kéo (σb): 600 [N/m]
  - Giới hạn bền chảy (σch): 300 [N/m]

1.1 Phân tích kỹ thuật và điều kiện làm việc của chi tiết

-Chi tiết là dạng trục bậc (trục truyền chung), trục có nhiệm vụ nâng đỡ chi tiết máy như bánh răng cấp nhanh, bánh đai,… và để truyền momen xoắn cho bánh răng cấp nhanh ở trục 2

❖ **Điều kiện làm việc:**

- ✓ Tải trọng: Trục 1 phải được thiết kế để chịu tải trọng tối đa được áp dụng lên nó trong quá trình vận hành.
- ✓ Tốc độ: Tốc độ quay của trục 1 không được vượt quá giới hạn được chỉ định trong thiết kế của hộp giảm tốc.
- ✓ Nhiệt độ: Trục 1 phải được thiết kế để chịu được nhiệt độ môi trường trong quá trình vận hành, và nhiệt độ của trục không được vượt quá giới hạn được chỉ định trong thiết kế của hộp giảm tốc.
- ✓ Dầu mỡ bôi trơn: Trục 1 phải được bôi trơn đầy đủ dầu mỡ bôi trơn được chỉ định trong thiết kế của hộp giảm tốc và tuân thủ lịch trình bảo trì định kỳ.
- ✓ Độ chính xác: Trục 1 phải đáp ứng yêu cầu về độ chính xác của quá trình chuyển động được chỉ định trong thiết kế của hộp giảm tốc.

1.2 Thiết kế chi tiết trong phần mềm Fusion 360

Hình 1.1: Hình 3D Trục 1

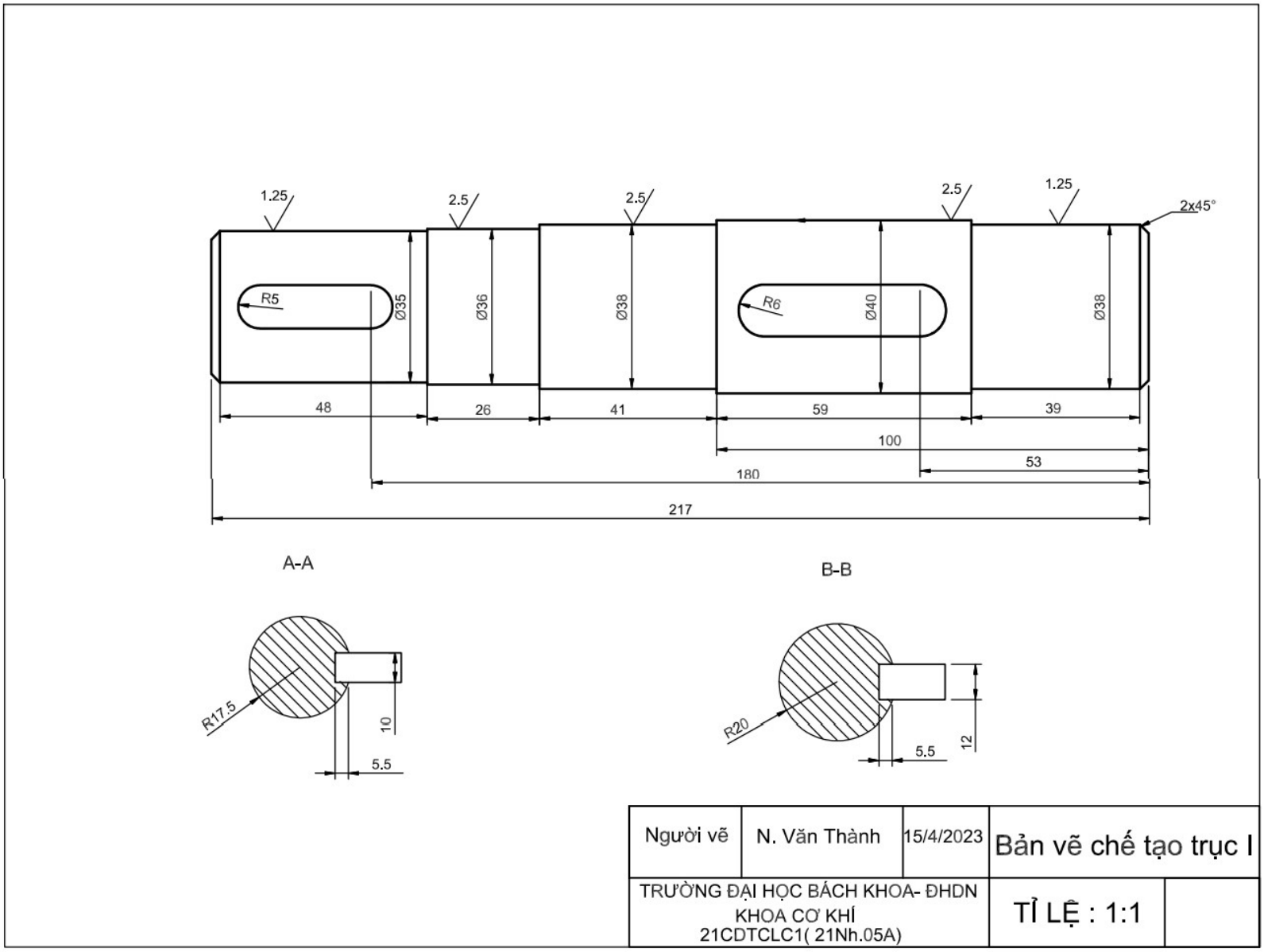
Hình kích thước các then của trục 1

Trục 1	Mx =	107217.5965		N/mm^2	
ở tiết diện n -n (tại bánh đai)					
có d =		38		mm	
tra bảng 7-23 :	b =	10	h =	8	
	t =	4.5	k =	4.2	d
chiều dài then					
$\mathrm{lmayo} = 1.5 * \mathrm{d} =$	57		mm		
$\mathrm{lthen} = 0.8\mathrm{lmayo} =$	45.6		mm		
Chọn	45		mm		
kiểm nghiệm sức bền va đập					tı
$\sigma\mathrm{d} = \frac{2 * Mx}{d * t * l} =$	27.86682171		N/mm2	< [σ]d	
kiểm nghiệm bền cắt của then					
$\tau\mathrm{c} = \frac{2 * Mx}{d * b * l} =$	12.54006977		N/mm2	< [τ]c	
Đã thỏa mãn 2 điều kiện đảm bảo theo yêu cầu.					
Ở tiết diên m-m					
có d =		40		mm	
tra bảng 7-23 :	b =	12	h =	8	
	t =	4.5	k =	4.4	
chiều dài then					
$\mathrm{lmayo} = 1.5 * \mathrm{d} =$	60		mm		
$\mathrm{lthen} = 0.8\mathrm{lmayo} =$	48		mm		d

Hình 1.2 Bảng chọn kích thước then

Trong đó :

- *b là chiều rộng then*
- *h chiều dài*
- *t chiều sâu hướng trục*



Bảng vẽ kỹ thuật của trục 1

Chương 2: Lập quy trình công nghệ gia công

I. Giới thiệu

- Trong quá trình sản xuất, việc gia công các chi tiết trên trục là một phần không thể thiếu để tạo ra sản phẩm chất lượng cao. Tuy nhiên, để đạt được hiệu quả cao và chất lượng sản phẩm tốt nhất, việc phân tích khả năng công nghệ để gia công chi tiết trên trục sẽ rất quan trọng.

II. Phân tích khả năng công nghệ để gia công chi tiết trên trục

- Trong phần này, tôi sẽ trình bày các khả năng công nghệ cơ bản để gia công chi tiết trên trục, bao gồm:

  - ✓ Sử dụng các dao thông thường để gia công bề mặt trên trục.
  - ✓ Thiết kế trục bậc với các đoạn trục đồng tâm và kích thước khác nhau, đồng thời đường kính các cổ trục cần được giảm dần về hai đầu để thuận tiện trong quá trình gia công và lắp ráp chi tiết lên trục.
  - ✓ Khoan lỗ tâm là bước không thể thiếu để đảm bảo độ cứng vững và đồng tâm của trục trong quá trình gia công.
  - ✓ Để gia công trên trục, ta có một số khả năng công nghệ như khoan lỗ chống tâm, tiện khỏa mặt đầu và tiện trục trơn, tiện rãnh phe gài, và phay rãnh then. Các khả năng công nghệ này phải được lựa chọn phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm.

III. Lựa chọn cách gá đặt phù hợp

- Để đảm bảo hiệu quả và đạt được chất lượng sản phẩm tốt nhất, việc lựa chọn cách gá đặt và đồ gá phù hợp với yêu cầu kết cấu và bề mặt của trục gia công là rất quan trọng. Một số phương pháp gá đặt hiệu quả có thể kể đến như sử dụng mâm cặp 3 chấu, mũi chống tâm, khối V dài và chốt tỳ.

IV. Kết luận

- Từ những phân tích và đánh giá được thực hiện, ta có thể rút ra kết luận như sau:

  - ➢ Các bề mặt trên trục có thể gia công bằng các dao thông thường.
  - ➢ Việc lựa chọn phương pháp và cách gá đặt phù hợp sẽ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm và hiệu quả của quy trình gia công.
  - ➢ Các khả năng công nghệ khi gia công trên trục bao gồm khoan lỗ chống tâm, tiện khỏa mặt đầu và trục trơn, tiện rãnh phe gài, phay rãnh then.
  - ➢ Cần áp dụng công nghệ gia công CNC, sử dụng phần mềm mô phỏng quy trình gia công, nâng cao kỹ năng cho nhân viên gia công và thực hiện kiểm tra chất lượng sản phẩm sau quá trình gia công để nâng cao hiệu quả và chất lượng sản phẩm.
  - ➢ Với những kết luận trên, ta có thể đưa ra những giải pháp để nâng cao hiệu quả và chất lượng sản phẩm trong quá trình gia công trên trục.

I. Lựa chọn máy và nêu các thông số kỹ thuật của máy

1. Chọn máy tiện CNC **Maxxturn 65 - 1000** của hãng Emco, có đặc điểm nổi bật sau:
   - ✓ Khả năng ổn định nhiệt cao và gia công chính xác
   - ✓ Đây là loại máy CNC Turning 6 bậc tự do có thể gia công được các chi tiết trên trục có hình dạng 3D.
   - ✓ Máy đảm bảo được công suất động cơ và năng suất gia công.

Bảng 2.1. Các thông số kỹ thuật của máy tiện CNC Maxxturn 65 – 1000

Work area	
○ *Swing over bed* ○ *Swing over cross slide* ○ *Distance between spindle noses* ○ *Maximum turning diameter* ○ *Max. part length* ○ *Max bar – stock diameter*	Ø660 mm Ø540 mm 1050 mm Ø500 mm 1000 mm Ø65 mm
Verfahrbereich	
• *Traverse path X* • *Traverse path Z_1/Z_2* • *Traverse path Y*	260 mm 800 / 800 mm 100 (+/- 50) mm
Main spindie (Counter spindle)	
• *Speed range* • *Maximum torque* • *Spindle nose DIN 55026* • *Spindle bearing* • *Spindle bore*	0 – 5000 rpm 250 Nm A2 – 6 (A2 – 8) Ø105 mm Ø73 mm
C – axes	
• *Resolution* • *Rapid traverse*	0,001° 1000 rpm
Drive power	
• *Main spindle* • *Counter spindle*	29 (37) kW 29 kW
Tool turrets top and bottom	
• *Number of tools stations* • *Tool cross-section for square-shank tools* • *Shank diameter for boring bars*	12 20 x 20 (25 x 25) mm 32 mm

Driven tools	
• *Speed range* • *Torque* • *Drive power* • *Driven tools*	0 – 5000 rpm 25 Nm 6,7 kW 12
Feed drivers	
• *Rapid speed X* • *Rapid speed Z_1/Z_2* • *Rapid speed Y*	30 m/min 30 m/min 12 m/min
Dimensions	
• *Height of center above floor* • *Overall height* • *Required space L x D* • *Total weight*	1261 mm 2341 mm 6100 x 2850 mm 8450

2.Chọn máy phay **CNC Maxxmill 630** của hãng Emco, có đặc điểm nổi bật sau:

- ✓ Kích thước máy phù hợp với kích thước của chi tiết trục cần gia công.
- ✓ Đây là loại máy CNC Milling đứng có thể gia công được các chi tiết trên trục có hình dạng 3D.
- ✓ Máy đảm bảo được công suất động cơ và năng suất gia công.

Bảng 2.2. Các thông số kỹ thuật của máy phay CNC Maxxmill 630

Travel and tolerances	
- Travel in X - Travel in Y - Corsa asse Z - Distance spindle nose – table (mechanical spindle) - Distance spindle nose – table (motor spindle) - Swivel range B - axis	500 + 50 mm 460 mm 450 mm 175 / 675 mm 150 / 650 mm + / -100º
Feed	
- Rapid motion speed X-Y-Z axis - Max. rotational speed B axis - Max. rotational speed C axis	30 m/min 16 rpm 25 rpm
Tilting table	

- Clamping area - Table – Floor distance	630 x 500 mm 805 mm
Main spindle (mechanical spindle)	
- Speed range - Max. spindle torque - Max. spindle power	50 - 12000 rpm 100 Nm 15 kW
Main spindle (motor spindle 15000 rpm)	
- Speed range - Max. spindle torque - Max. spindle power	50 - 15000 rpm 100 Nm 20 kW
Main spindle (motor spindle 24000 rpm)	
- Speed range - Max. spindle torque - Max. spindle power	50 - 24000 rpm 110 Nm 26 kW
Tool magazine	
- Number of tool stations - Max. tool diameter - Max. tool length	30 (60/90) 80 mm 250 mm
Dimensions	
- Total height - Dimensions L x D without chip conveyer - Weight	2900 mm **II** 3200 mm **II**

II.Lựa chọn thứ tự các bước công nghệ, nguyên công

- Chi tiết được sản xuất đơn chiếc và phôi ban đầu có kích thước $Dphôi$ = 45 [mm] và $Lphôi$ = 272. [mm]. Phương pháp tạo phôi là cắt từ thép cán, có độ chính xác cao và chất lượng bề mặt tốt.
- Khi gia công, ta chuẩn định vị bằng cách sử dụng mặt ngoài phối hợp với lỗ tâm làm mốc định vị. Điều này giúp đảm bảo độ chính xác và độ tương đối giữa các chi tiết sản xuất ra đều nhau. Hơn nữa, khi sử dụng phôi cắt từ thép cán, hệ số sử dụng vật liệu thấp, do đó thích hợp dùng trong sản xuất đơn chiếc hoặc số lượng sản phẩm ít.
- Để xác định các bước nguyên công khi gia công trục, chúng ta có thể làm như sau:
- Xác định bước nguyên công đầu tiên: tiện khỏa mặt đầu mặt trụ Ø35mm và Ø40m.

* Nguyên công tiện khỏa mặt đầu mặt trụ Ø35mm:

+Lắp mặt phẳng và đồng trục máy tiện.

+Lắp phôi vào trục chính máy tiện, kẹp chặt bằng kẹp bánh răng.

+Đặt dao tiện vào mũi dao, định vị và kẹp chặt.

+Thiết lập các thông số gia công trên máy tiện như tốc độ cắt, độ sâu tiện, vòng quay trục chính,...

+Tiến hành tiện khỏa mặt đầu cho phôi.

+Kiểm tra độ chính xác kích thước và hình dạng của mặt đầu tiện bằng thiết bị đo trên máy tiện hoặc bằng thiết bị đo riêng.

*Nguyên công tiện khỏa mặt trụ ngoài Ø40mmm:

+Lắp mặt phẳng và đồng trục máy tiện.

+Lắp phôi vào trục chính máy tiện, kẹp chặt bằng kẹp bánh răng.

+Đặt dao tiện vào mũi dao, định vị và kẹp chặt.

+Thiết lập các thông số gia công trên máy tiện như tốc độ cắt, độ sâu tiện, vòng quay trục chính,...

+Tiến hành tiện khỏa mặt đầu cho phôi.

+Kiểm tra độ chính xác kích thước và hình dạng của mặt đầu tiện bằng thiết bị đo trên máy tiện hoặc bằng thiết bị đo riêng.

*Xác định bước nguyên công tiếp theo: gia công tiện mặt trụ ngoài

- Bước 1: Nguyên công gia công cổ trục Ø35mm, Ø40mm và Ø38mm (đoạn không chứa bánh răng):
- Bước 2 :Lắp mặt phẳng và đồng trục máy tiện.
- Bước 3: Lắp phôi vào trục chính máy tiện, kẹp chặt bằng kẹp bánh răng.
- Bước 4: Đặt dao tiện vào mũi dao, định vị và kẹp chặt.
- Bước 5 :Thiết lập các thông số gia công trên máy tiện như thông số tính toán.
- Bước 6: Gia công phay rãnh then Ø10mm

+ Sử dụng máy CNC Maxxturn 65 - 1000.

+ Yêu cầu: Gia công theo chiều rộng chính xác cấp 3, độ nhẵn bóng bề mặt Ra = 5 [μm] (cấp 5).

+ Các bước gia công: Phay thô rãnh then => Phay tinh rãnh then.

- Bước 7: Đánh bóng và kiểm tra chất lượng sản phẩm

+ Sử dụng máy đánh bóng và máy đo độ nhám bề mặt.

+ Yêu cầu: Độ nhám bề mặt Ra = 0,2 [μm] (cấp 1).

+ Các bước: Đánh bóng => Kiểm tra chất lượng sản phẩm.

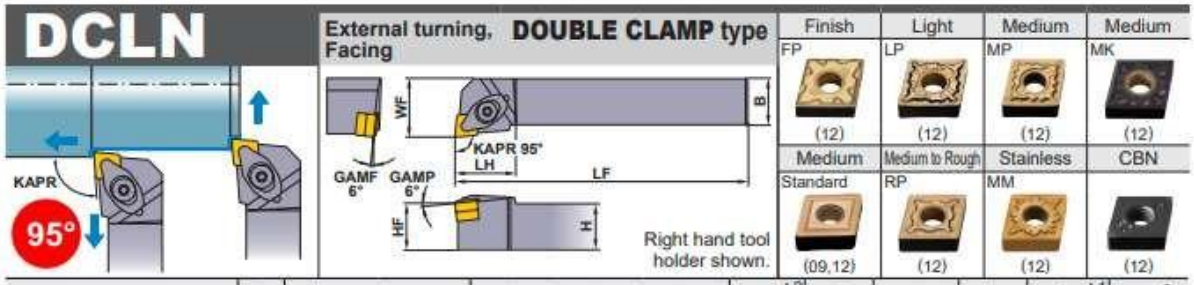
⇨ Tóm lại, thứ tự các bước công nghệ và nguyên công được lựa chọn như sau:

1. Chuẩn bị phôi từ thép cán
2. Gia công tiện khỏa mặt đầu mặt trụ Ø35mm và Ø40mm
3. Gia công tiện mặt trụ ngoài
4. Gia công phay rãnh then Ø10mm
5.. Đánh bóng và kiểm tra chất lượng sản phẩm

2.4 Lựa chọn thứ tự dao tiện

2.4.1 Dao khỏa mặt đầu

- Chọn cán dao **DCLNR/L1616H09** (trang C008 [3]) và mảnh dao **CNMG09T308** (trang A101 [4]) hãng Mitsubishi. Thông số cắt tham khảo trang A011 [4].



Order Number	Stock R	Stock L	Insert Number		H	B	LF	LH	HF	WF	Shim ★2	Shim Pin	Clamp Bridge	Spring	Clamp Screw ★1	Wrench
DCLNR/L1616H09	●	●	CNMG	09T3○○	16	16	100	25	16	20	LLSCN3T3 (LLSCN33)	LLP23	DCK2211	DCS2	DC0520T	TKY15F
DCLNR/L2020K09	●	●		09T3○○	20	20	125	25	20	25	LLSCN3T3 (LLSCN33)	LLP23	DCK2211	DCS2	DC0520T	TKY15F
DCLNR/L2525M09	●	●		09T3○○	25	25	150	25	25	32	LLSCN3T3 (LLSCN33)	LLP23	DCK2211	DCS2	DC0520T	TKY15F
DCLNR/L2020K12	●	●	CNMA CNMG CNMM CNGA CNGG CNGM	1204○○	20	20	125	29	20	25	LLSCN42	LLP14	DCK2613	DCS1	DC0621T	TKY20F
DCLNR/L2525M12	●	●		1204○○	25	25	150	29	25	32	LLSCN42	LLP14	DCK2613	DCS1	DC0621T	TKY20F
DCLNR/L3225P12	●	●		1204○○	32	25	170	29	32	32	LLSCN42	LLP14	DCK2613	DCS1	DC0621T	TKY20F

★1 Clamp Torque (N • m) : DC0520T=3.5, DC0621T=5.0
★2 Please use shim no. LLSCN33 with 3.18mm thick inserts. When using 3.18mm thick inserts, shim should be ordered separately.

Hình 3.4 Cán dao dao khỏa mặt đầu DCLNR/L1616H09, trang C008 [3]

SH	CNMG09T304-SH	0.4	●								●											C008
	CNMG09T308-SH	0.8	●																			C009
	CNMG120404-SH	0.4	●	●	▲	●	●				●			●				●	●		●		E013 E036
	CNMG120408-SH	0.8	●	●	▲	●	●				●			●				●	●		●		E041
Light Cutting	CNMG120412-SH	1.2	●	●	▲	●	●																H006 −008

Hình 3.5 Mảnh dao khỏa mặt đầu CNMG09T308, trang A101 [4]

P Carbon Steel • Alloy Steel (Ex : S45C, SCM440)
NEGATIVE INSERTS

vc : Cutting Speed
f : Feed
ap : Depth of Cut

	Cutting Area	Chip Breaker	Grade	1st Recommendation vc (m/min)	f (mm/rev)	ap (mm)
Stable Cutting	F	FP	NX2525	210−300	0.08−0.25	0.10−1.00
	L	LP	MC6015	210−360	0.10−0.40	0.30−2.00
	M	MP	MC6015	195−330	0.16−0.50	0.30−4.00
	R	RP	MC6015	185−310	0.25−0.60	1.50−6.00
	H	HX	MC6025	165−265	0.50−1.26	3.00−11.00
General Cutting	F	FP	MP3025	215−330	0.08−0.25	0.10−1.00
	L	LP	MC6015	210−360	0.10−0.40	0.30−2.00
	M	MP	MC6015	195−330	0.16−0.50	0.30−4.00
	R	RP	MC6015	185−310	0.25−0.60	1.50−6.00
	H	HX	MC6025	165−265	0.50−1.26	3.00−11.00
Unstable Cutting	F	FP	MC6025	230−375	0.08−0.25	0.10−1.00
	L	LP	MC6025	210−345	0.10−0.40	0.30−2.00
	M	MP	MC6025	195−315	0.16−0.50	0.30−4.00
	R	RP	MC6025	185−295	0.25−0.60	1.50−6.00
	H	HX	MC6035	140−200	0.50−1.26	3.00−11.00

Hình 3.6 Thông số cắt khi tiện mặt đầu, trang A011 [4]

- Vận tốc cắt: $v_c = 220(m/s)$

$v_c = \frac{n.D.n}{1000} \Rightarrow n = 1867{,}42(rpm)$ với $(D = \frac{35+40}{2})$

* Chọn: $n = 1870(rpm)$

- Lượng tiến dao: 0,25 (mm/rev)
- Chiều sâu cắt: 1 (mm)
- Công suất cắt: $P_c = \frac{a_p.f.v_c.K_c}{60.10^3.y} = 2.55(kW)$

- Trong đó:
  - P_c: Công suất cắt
  - a_p: Chiều sâu cắt
  - f: Lượng tiến dao (mm/rev)
  - v_c: Vận tốc cắt (m/min)
  - K_c: Kc=2450 Hệ số lực tác động, phụ thuộc vào vật liệu làm việc
  - η: Hiệu suất làm việc của máy

2.4.2 Dao gia công thô

- Chọn cán dao **PCLNR2020K09** (trang C008 [3]) và mảnh dao **CNMG09T308** (trang A101 [4]) hãng Mitsubishi. Thông số cắt tham khảo trang A011 [4].

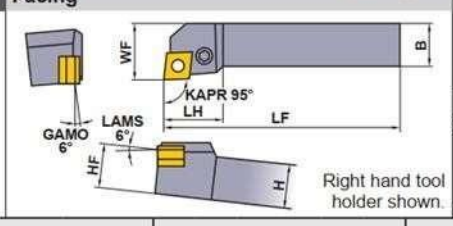
EXTERNAL TURNING TOOLS

CN○○ INSERTS TOOL HOLDERS

TOOL NEWS

PCLN

External turning, Facing — **LL type**



Finish	Light	Medium	Medium
FP	LP	MP	MK
(12)	(12)	(12,16)	(12,16,19)
Medium	**Medium to Rough**	**Stainless**	**CBN**
Standard	RP	MM	
(09,12,16,19)	(12,16,19)	(12,16,19)	(12)

Order Number	Stock R	Stock L	Insert Number		Dimensions (mm) H	B	LF	LH	HF	WF	Shim	Shim Pin	Clamp Lever	Clamp Screw *	Wrench
PCLNR/L1616H09	●	●		09T3○○	16	16	100	22	16	20	LLSCN3T3	LLP13	LLCL13	LLCS106	HKY25R
PCLNR/L2020K09	●	●	CNMG	09T3○○	20	20	125	22	20	25	LLSCN3T3	LLP13	LLCL13	LLCS106	HKY25R
PCLNR/L2525M09	●	●		09T3○○	25	25	150	22	25	32	LLSCN3T3	LLP13	LLCL13	LLCS106	HKY25R

Hình 3.7 Dao tiện thô PCLNR2020K09, trang C008 [3]

SH																			
	CNMG09T304-SH	0.4	●							●									
	CNMG09T308-SH	0.8	●																
	CNMG120404-SH	0.4	●	●	▲	●	●			●		●				●	●	●	
	CNMG120408-SH	0.8	●	●	▲	●	●			●		●				●	●	●	
Light Cutting	CNMG120412-SH	1.2	●	●	▲	●	●												

Hình 3.8 Mảnh dao tiện thô CNMG09T308, trang A101 [4]

P Carbon Steel • Alloy Steel (Ex : S45C, SCM440)

NEGATIVE INSERTS

vc : Cutting Speed
f : Feed
ap : Depth of Cut

	Cutting Area	Chip Breaker	Grade	1st Recommendation vc (m/min)	f (mm/rev)	ap (mm)
Stable Cutting	F	FP	NX2525	210–300	0.08–0.25	0.10–1.00
	L	LP	MC6015	210–360	0.10–0.40	0.30–2.00
	M	MP	MC6015	195–330	0.16–0.50	0.30–4.00
	R	RP	MC6015	185–310	0.25–0.60	1.50–6.00
	H	HX	MC6025	165–265	0.50–1.26	3.00–11.00
General Cutting	F	FP	MP3025	215–330	0.08–0.25	0.10–1.00
	L	LP	MC6015	210–360	0.10–0.40	0.30–2.00
	M	MP	MC6015	195–330	0.16–0.50	0.30–4.00
	R	RP	MC6015	185–310	0.25–0.60	1.50–6.00
	H	HX	MC6025	165–265	0.50–1.26	3.00–11.00
Unstable Cutting	F	FP	MC6025	230–375	0.08–0.25	0.10–1.00
	L	LP	MC6025	210–345	0.10–0.40	0.30–2.00
	M	MP	MC6025	195–315	0.16–0.50	0.30–4.00
	R	RP	MC6025	185–295	0.25–0.60	1.50–6.00
	H	HX	MC6035	140–200	0.50–1.26	3.00–11.00

- Vận tốc cắt: $v_c = 220(m/s)$

$v_c = \frac{n.v.n}{1000} \Rightarrow n = 1867{,}42(rpm)$ với $(D = \frac{35+40}{2})$

- Chọn: $n = 1870(rpm)$

- Lượng tiến dao: 0,4 (mm/rev)
- Chiều sâu cắt: 1 (mm)
- Công suất cắt: $P_c = \frac{a_p.f.v_c.K_c}{60.10^3.y} = 3.99(kW)$

Trong đó:

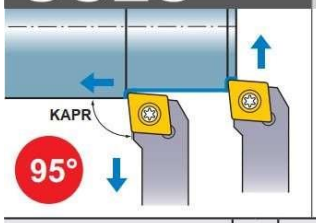
- P_c: Công suất cắt
- a_p: Chiều sâu cắt
- f: Lượng tiến dao (mm/rev)
- v_c: Vận tốc cắt (m/min)
- K_c: Kc=2450 Hệ số lực tác động, phụ thuộc vào vật liệu làm việc
- η: Hiệu suất làm việc của máy

2.4.2 Dao gia công tinh

EXTERNAL TURNING TOOLS

CC INSERTS TOOL HOLDERS

SCLC External turning, Facing **SP type**



Order Number	Stock R	Stock L	Insert Number		Dimensions (mm) H	B	LF	LH	HF	WF	*1 Clamp Screw	Wrench
SCLCR/L0808D06	●	●	CC□B	0602□□	8	8	60	8.9	8	10	TS25	TKY08F
SCLCR/L1010E06	●	●	CC□H *2	0602□□	10	10	70	8.9	10	12	TS25	TKY08F
SCLCR/L1212F09	●	●	CC□T	09T3□□	12	12	80	13.6	12	16	TS43	TKY15F
SCLCR/L1616H12	●	●	CC□W	1204□□	16	16	100	16.7	16	20	TS5	TKY25F

Hình 3.9 Cán dao gia công tinh SCLCR1616H12, trang C010 [3]

Shape	Order Number	RE (mm)	Coated																				Cermet		Coated Cermet				Carbide					Applicable Holder Page
			UE6105	UE6110	UE6020	MC6015	MC6025	UH6400	MS6015	MC7025	MP7035	US7020	US735	US905	MC5005	MC5015	UC5105	UC5115	NEW MH515	MP9005	MP9015	VP05RT	VP10RT	VP15TF	UP20M	NX2525	NX3035	MP3025	AP25N	VP25N	VP45N	UTi20T	HTi05T	HTi10	RT9010	MT9005	TF15	
AZ	CCGT060202-AZ	0.2																															●				
	CCGT060204-AZ	0.4																															●				
	CCGT09T302-AZ	0.2																															●				C022
	CCGT09T304-AZ	0.4																															●				D008
	CCGT09T308-AZ	0.8																															●				E006
	CCGT120402-AZ	0.2																															●				E030
Medium Cutting – Finish Cutting	CCGT120404-AZ	0.4																															●				E034
	CCGT120408-AZ	0.8																															●				

Hình 3.10 Mảnh dao tiện tinh CCGT120404-AZ, trang A141 [4]

P Carbon Steel • Alloy Steel (Ex : S45C, SCM440)
7°POSITIVE INSERTS WITH HOLE

vc : Cutting Speed
f : Feed
ap : Depth of Cut

	Cutting Area	Chip Breaker	Grade	1st Recommendation vc (m/min)	f (mm/rev)	ap (mm)
Stable Cutting	F	FP	NX2525	165–240	0.04–0.20	0.20–0.90
	L	LP	NX2525	165–240	0.06–0.25	0.20–1.00
	M	MP	NX2525	140–200	0.08–0.30	0.30–2.00
General Cutting	F	FP	MC6015	185–315	0.04–0.20	0.20–0.90
	L	LP	MC6015	185–315	0.06–0.25	0.20–1.00
	M	MP	MC6015	155–260	0.08–0.30	0.30–2.00
Unstable Cutting	F	FP	MC6025	185–300	0.04–0.20	0.20–0.90
	L	LP	MC6025	185–300	0.06–0.25	0.20–1.00
	M	MP	MC6025	155–250	0.08–0.30	0.30–2.00

Hình 3.11 Thông số cắt tiện tinh, trang A017 [4]

- Vận tốc cắt: $v_c = 300(m/s)$

$v_c = \frac{n.D.n}{1000} \Rightarrow n = 1867{,}42(rpm)$ với $(D = \frac{35+40}{2})$

- Chọn: $n = 1870(rpm)$

- Lượng tiến dao: 0,1 (mm/rev)
- Chiều sâu cắt: $0.5(mm)$
- Công suất cắt: $P_c = \frac{a_p.f.v_c.K_c}{60.10^3.y} = 0.68(kW)$

Trong đó:

- P_c: Công suất cắt
- a_p: Chiều sâu cắt
- f: Lượng tiến dao (mm/rev)
- v_c: Vận tốc cắt $(m/\min)$
- K_c: K_c=2450 Hệ số lực tác động, phụ thuộc vào vật liệu làm việc
- η: η =0.88 Hiệu suất làm việc của máy

2.5 Lựa chọn dao phay

2.5.1 Dao phay thô

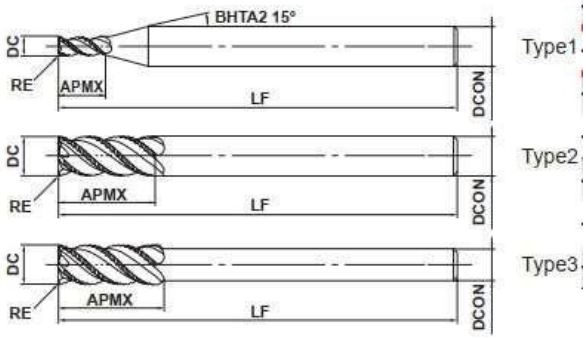
SOLID END MILLS

VQSVR

Roughing end mill, Short cut length, 4 flute, Irregular helix flutes

TOOL NEWS UWC VQ 43° 44° 45° DC<8 43° 45° DC≥8 DC<8 DC≥8

Carbon Steel, Alloy Steel, Cast Iron (<30HRC)	Tool Steel, Pre-Hardened Steel, Hardened Steel (≤45HRC)	Hardened Steel (≤55HRC)	Hardened Steel (>55HRC)	Austenitic Stainless Steel	Titanium Alloy, Heat Resistant Alloy	Copper Alloy	Aluminium Alloy
◎	◎			◎	◎	○	



h6	DCON=6	8≤DCON≤10	12≤DCON≤16	DCON=20
	0 / - 0.008	0 / - 0.009	0 / - 0.011	0 / - 0.013

● Achieving an excellent vibration resistance due to the adoption of irregular helix.

● Use of an asymmetric chip breaker improves fracture resistance substantially. (Compared to a conventional roughing end mill)

(mm)

Order Number	DC	RE	APMX	LF	DCON	No. of Flutes	Stock	Type
VQSVRD0300	3	0.2	6	60	6	3	●	1
VQSVRD0400	4	0.2	8	60	6	3	●	1
VQSVRD0500	5	0.3	10	60	6	3	●	1
VQSVRD0600	6	0.3	12	70	6	3	●	2
VQSVRD0700	7	0.3	17	80	8	3	●	1
VQSVRD0800	8	0.5	17	80	8	4	●	2
VQSVRD0900	9	0.5	22	90	10	4	●	1

Hình 3.12 Dao phay thô VQSVRD0600, trang J362 [5]

V_c [m/phút]	V_f [mm/phút]	f_z [mm/t]	a_p [mm]	n [vòng/phút]	P_c [kW]	a_e [mm]
47.12	960	0,064	1.2	5000	0.32	6

- Trong đó

Pc: công suấtcắt

ap: chiều sâucắt

f: lượng tiến dao (mm/rev)

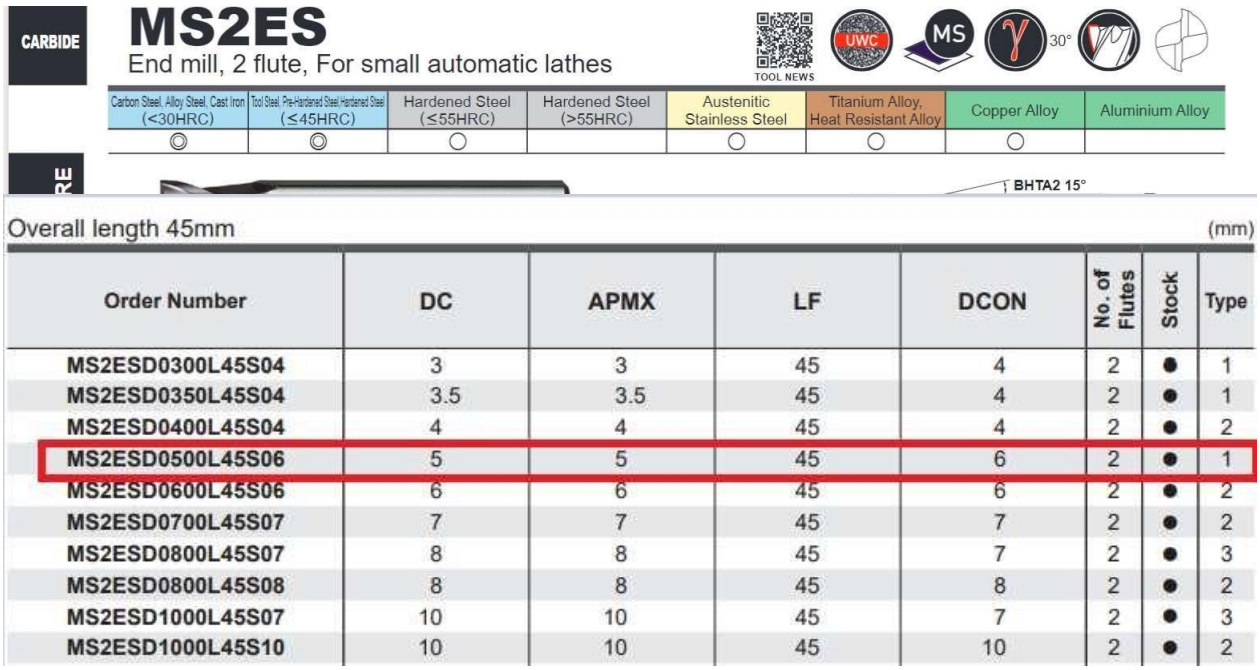
vc: vận tốc cắt (m/min)

Kc: hệ số lực tác động, phụ thuộc vào vật liệu làm việc

η : hiệu suất làm việc của máy
Trong đó : Kc =2450

2.5.2 Dao phay tinh

- Chọn dao **MSMHDD0500** của hãng Mitsubishi, trang J066 [5].



CARBIDE

MS2ES

End mill, 2 flute, For small automatic lathes

TOOL NEWS

Carbon Steel, Alloy Steel, Cast Iron (<30HRC)	Tool Steel, Pre-Hardened Steel, Hardened Steel (≤45HRC)	Hardened Steel (≤55HRC)	Hardened Steel (>55HRC)	Austenitic Stainless Steel	Titanium Alloy, Heat Resistant Alloy	Copper Alloy	Aluminium Alloy
◎	◎	○		○	○	○	

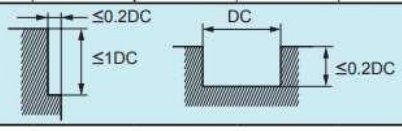
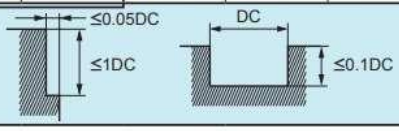
BHTA2 15°

Overall length 45mm (mm)

Order Number	DC	APMX	LF	DCON	No. of Flutes	Stock	Type
MS2ESD0300L45S04	3	3	45	4	2	●	1
MS2ESD0350L45S04	3.5	3.5	45	4	2	●	1
MS2ESD0400L45S04	4	4	45	4	2	●	2
MS2ESD0500L45S06	5	5	45	6	2	●	1
MS2ESD0600L45S06	6	6	45	6	2	●	2
MS2ESD0700L45S07	7	7	45	7	2	●	2
MS2ESD0800L45S07	8	8	45	7	2	●	3
MS2ESD0800L45S08	8	8	45	8	2	●	2
MS2ESD1000L45S07	10	10	45	7	2	●	3
MS2ESD1000L45S10	10	10	45	10	2	●	2

Hình 3.13 Thông số phay tinh, trang J066 [5]

RECOMMENDED CUTTING CONDITIONS

Work material	Carbon steel, Cast iron, Alloy steel (−30HRC) AISI 1050, AISI 35, AISI P20 etc.			Alloy steel, Tool steel, Pre-hardened steel AISI H13, AISI W1-10, AISI P21 etc.			Austenitic stainless steel, Titanium alloy AISI 304, AISI 306, Ti-6Al-4V etc.			Hardened steel (45−55HRC) AISI H13 etc.		
DC (mm)	Revolution (min^{-1})	Table feed (mm/min)	Table feed (IPM)	Revolution (min^{-1})	Table feed (mm/min)	Table feed (IPM)	Revolution (min^{-1})	Table feed (mm/min)	Table feed (IPM)	Revolution (min^{-1})	Table feed (mm/min)	Table feed (IPM)
3	10000	600	23.6	7000	400	15.7	6000	300	11.8	5000	120	4.7
4	7500	600	23.6	5200	400	15.7	4500	300	11.8	4000	120	4.7
5	6000	600	23.6	4200	400	15.7	3600	300	11.8	3200	120	4.7
6	5000	600	23.6	3500	400	15.7	3000	300	11.8	2700	120	4.7
7	4500	560	22.0	3000	360	14.2	2700	280	11.0	2300	110	4.3
8	4000	520	20.5	2800	350	13.8	2400	260	10.2	2000	110	4.3
10	3200	450	17.7	2200	300	11.8	1900	230	9.1	1600	100	3.9
12	2700	410	16.1	1900	270	10.6	1600	210	8.3	1300	100	3.9
Depth of cut												

- Trong đó

Pc: công suấtcắt

ap: chiều sâucắt

f: lượng tiến dao (mm/rev)

vc: vận tốc cắt (m/min)

Kc: hệ số lực tác động, phụ thuộc vào vật liệu làm việc

η : hiệu suất làm việc của máy

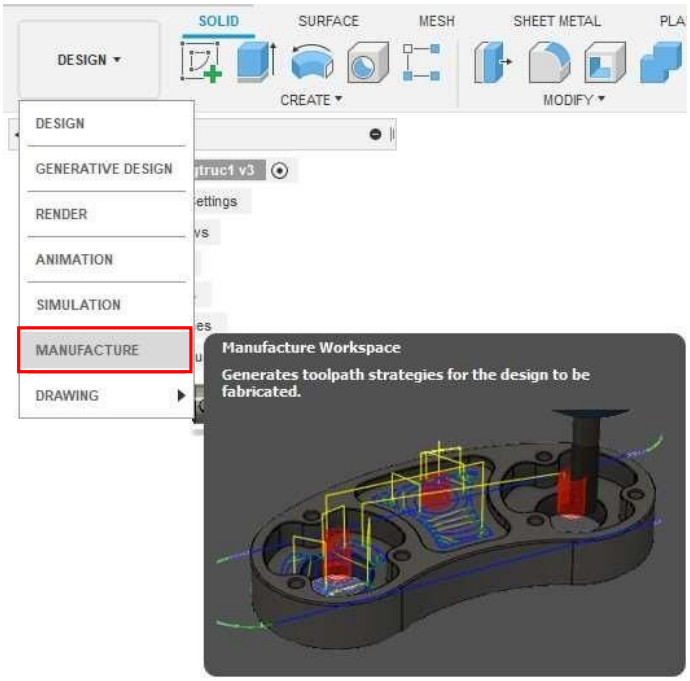
- Trong đó : Kc=2450

V_c [m/phút]	V_f [mm/phút]	f_z [mm/t]	a_p [mm]	n [vòng/phút]	P_c [kW]	a_e [mm]
78.53	600	0,03	0.5	5000	0.07	5

Chương 3 : GIA CÔNG TRÊN FUSION

I) Thiết lập gia công

⇨ Sử dụng phần mềm Fusion360.

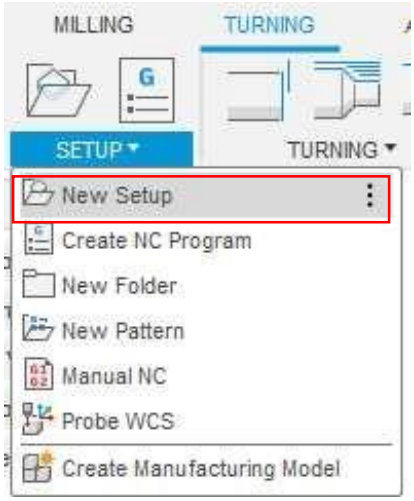


➢ Chọn **MANUFACTURE** để bắt đầu mô phỏng gia công trục trên máy CNC.

I. Nguyên công 1.

1. Thiết lập nguyên công

⇨ Chọn New Setup



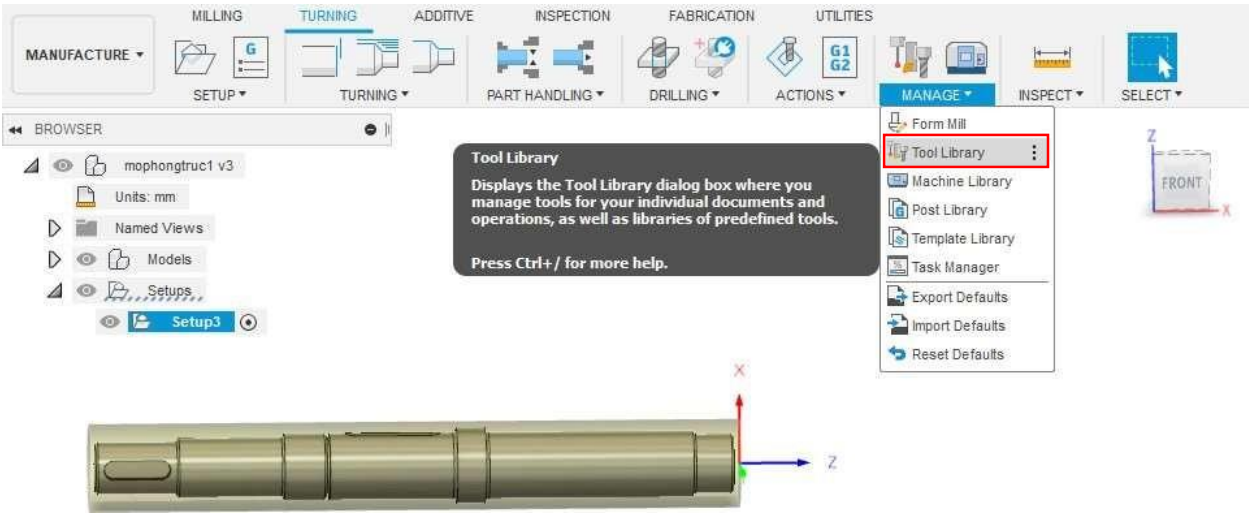
Hình 3.1. Lệnh thiết lập nguyên công

❖ Lựa chọn các thông số quan trọng:

- Chọn Turning or mill/turn để thiết lập phôi dạng trục để mô phỏng gia công tiện.
- Chọn Select Z axis/plane & X axis để xác định mặt phẳng vuông góc với trục tọa độ Z và X.
- Chọn mục Chuck để xác định vị trí gá đặt của mâm cặp trên trục.

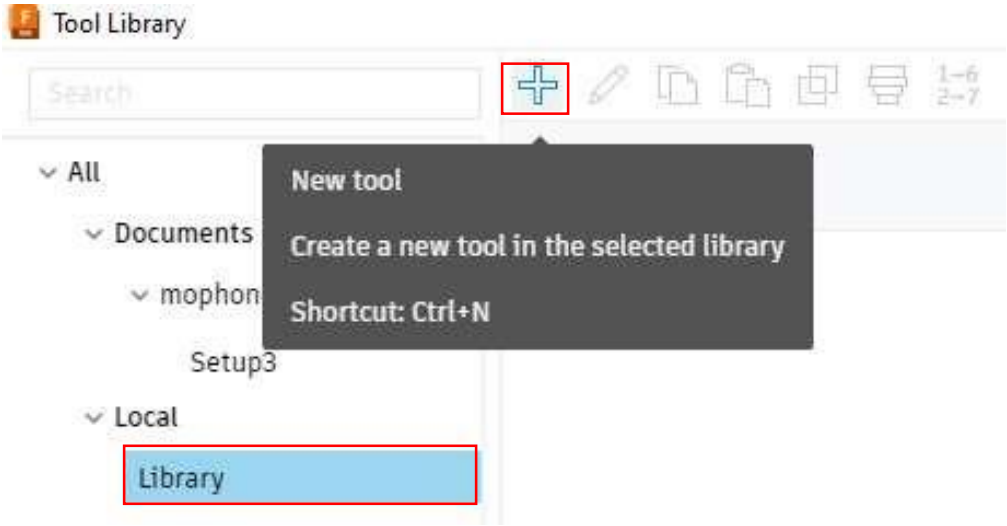
2. Thiết lập dao.

❖ Chọn Tool Library để vào thư viện dao.



Hình 3.2. Thư viện dao

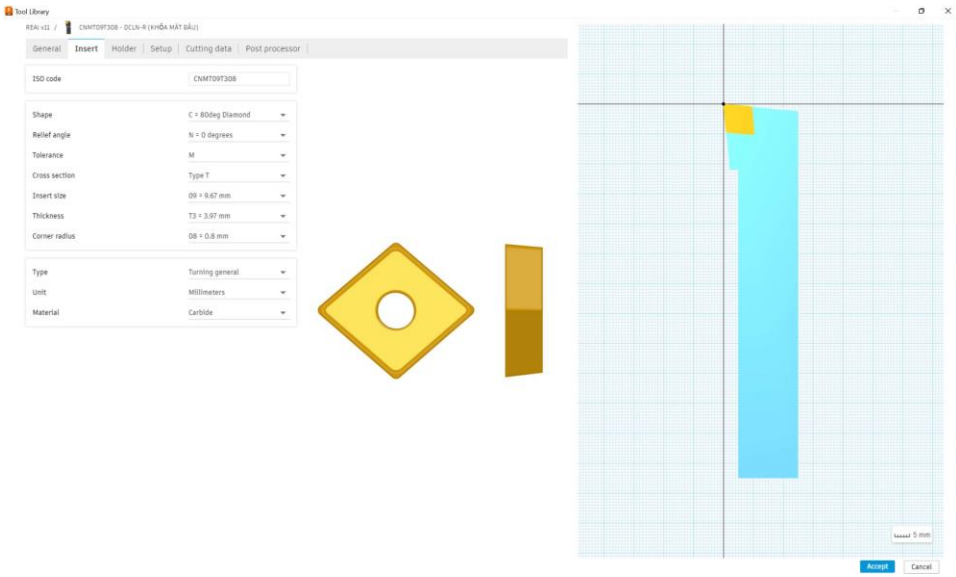
❖ Nhấp chọn Library sau đó chọn New tool (+) để thiết lập dao.



Hình 3.3. Thiết lập dao

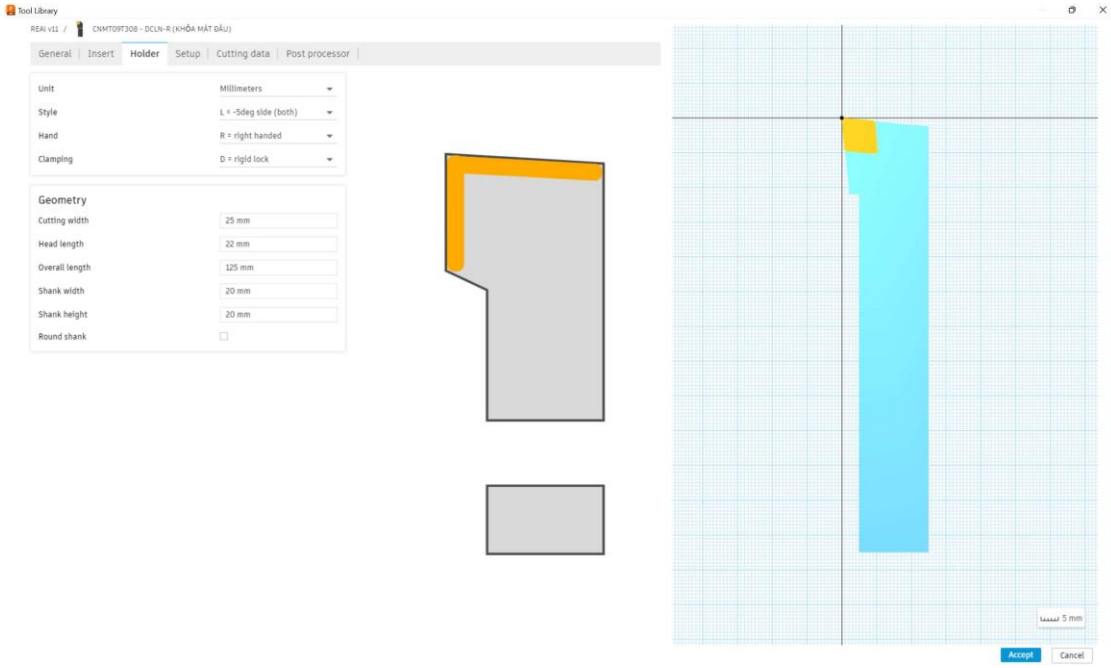
3) Dao tiện thỏa mặt đầu

Ở INSERT gõ tên mảnh dao đã chọn và nhấn enter



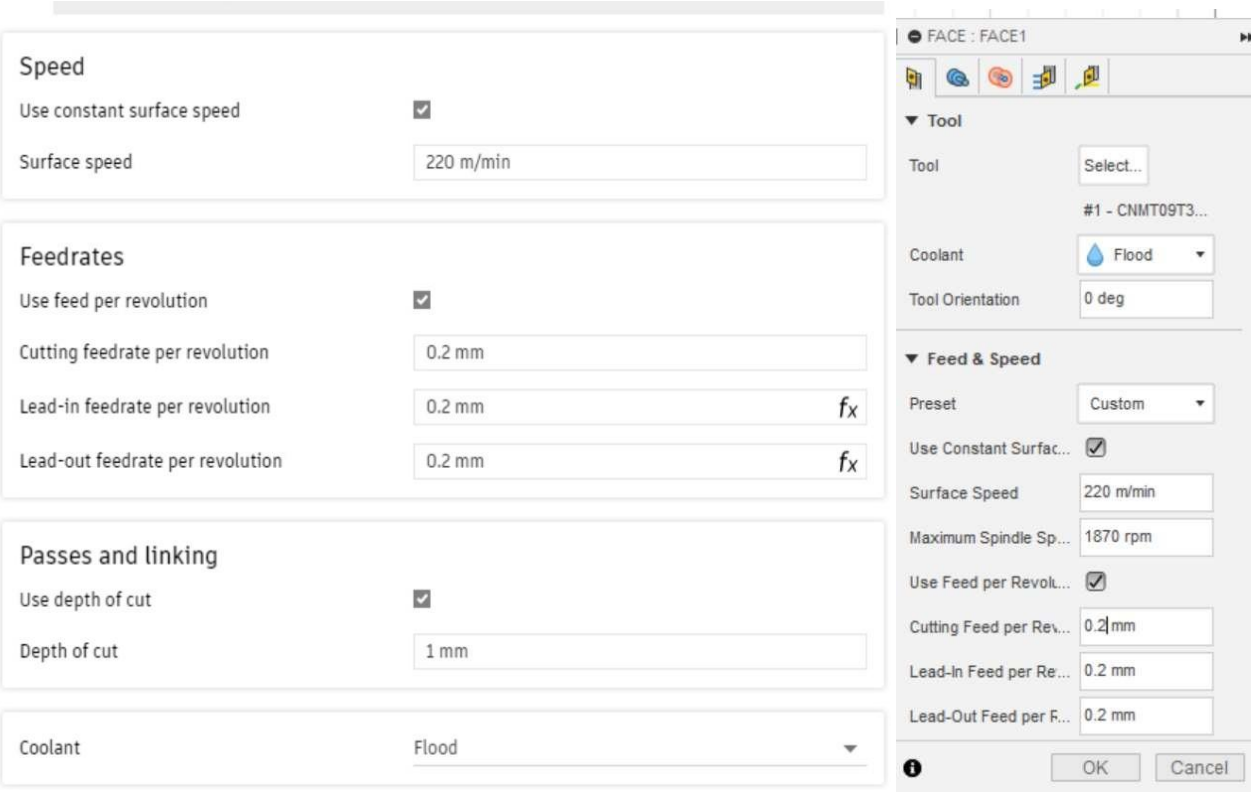
Hình 3.1 Hình thông số mảnh dao tiện thỏa mặt đầu

❖ Nhấn vào Holder để chọn cán dao.

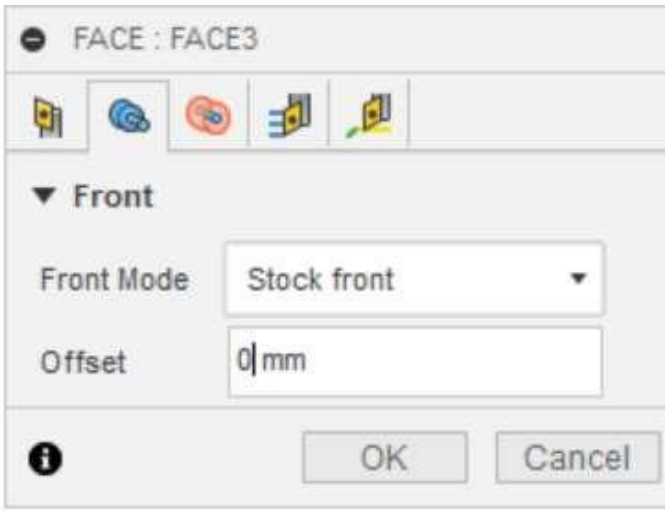


Hình 3.2 Thông số cán dao tiện

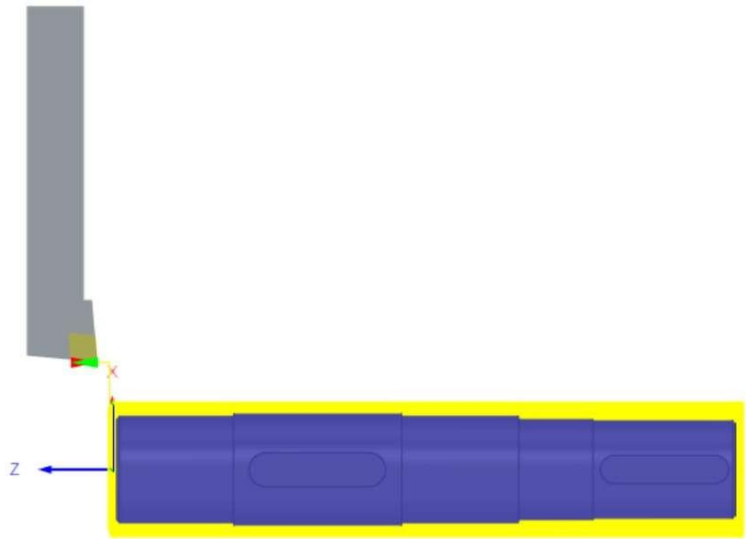
❖ Nhấn vào CUTTING DATA để chỉnh tốc độ chạy dao



Hình 3.3 Các thông số về chế độ cắt



Hình 3.4 Xác định vùng chạy dao

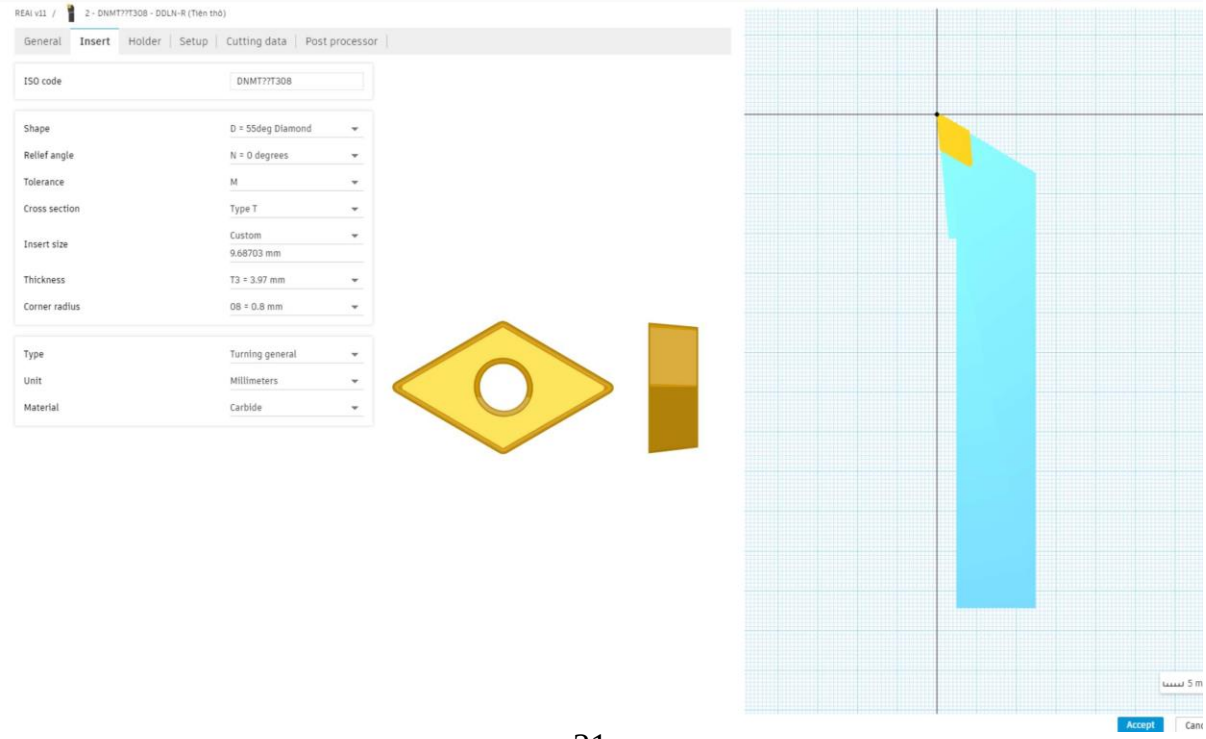


Hình 3.5 Hình ảnh tiện thỏa mặt đầu

- Sau khi thiết lập xong ta nhấn Accept để hoàn tất thiết lập dao tiện khỏa mặt đầu

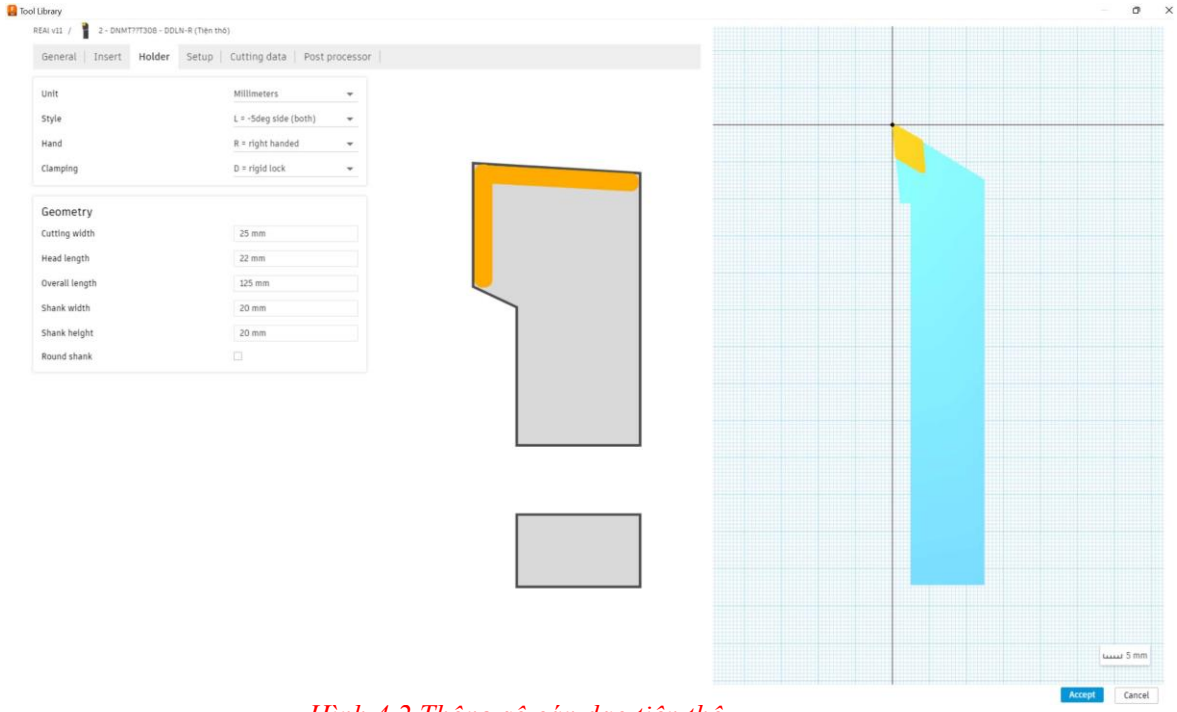
4) Dao tiện thô

- Ở INSERT gõ tên mảnh dao đã chọn và nhấn enter



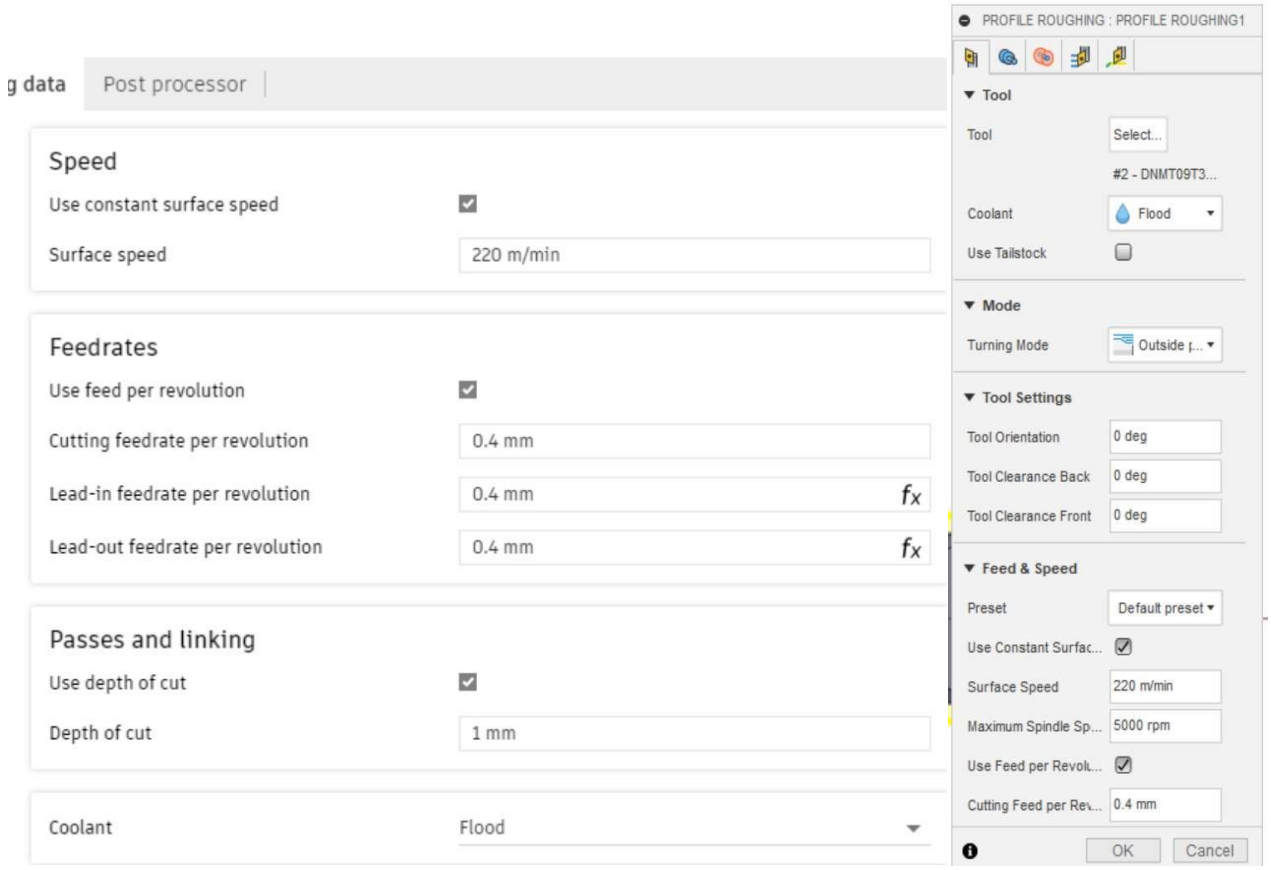
Hình 4.1 thông số mảnh dao tiện thô

❖ Nhấn vào Holder để chọn cán dao.



Hình 4.2 Thông sô cán dao tiện thô

➢ Nhấn vào CUTTING DATA để chỉnh tốc độ chạy dao

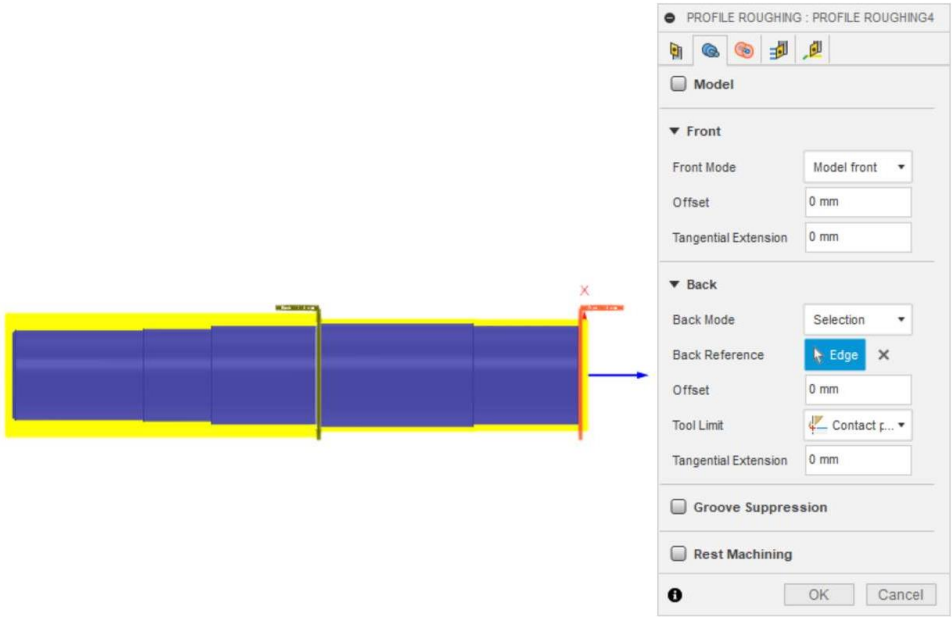


Hình 4.3 Các thông số về chế độ cắt thô

❖ **Nguyên Công 1**

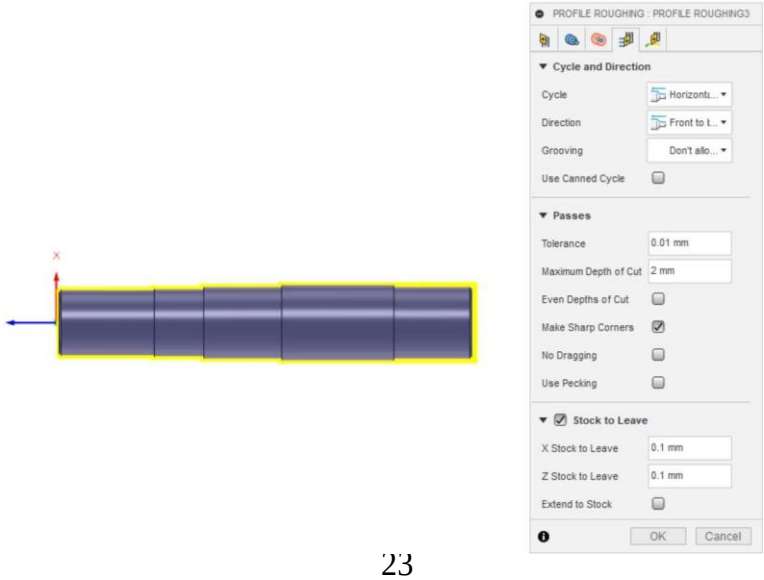
⇨ Chọn Geometry để chọn vùng chạy dao.

- **Front**: Vòng tròn đỏ bên phải là vị trí dao bắt đầu quá trình di chuyển dao.
- **Back**: Vòng tròn đen bên trái là vị trí dao kết thúc quá trình di chuyển dao.



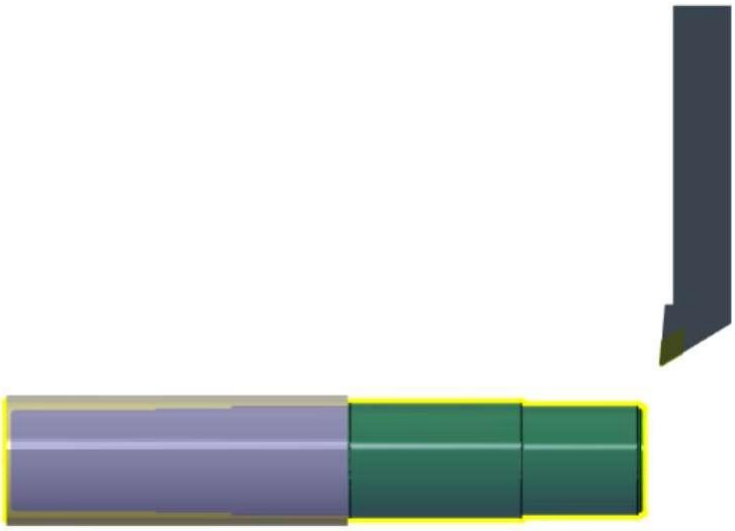
Hình 4.4 Chọn vùng chạy dao biên dạng bên phải

- Chọn Don't allow grooving tại mục Passes để không tiện vào rãnh then.
- Nhập phần Maximum Depth of cut: Chiều sâu cắt lớn nhất.
- Nhập phần Stock to leave: Lượng dư gia công theo X và Z.



Hình 4.5 Xác định chiều sâu cắt và lượng dư gia công

❖ **Kết quả mô phỏng**

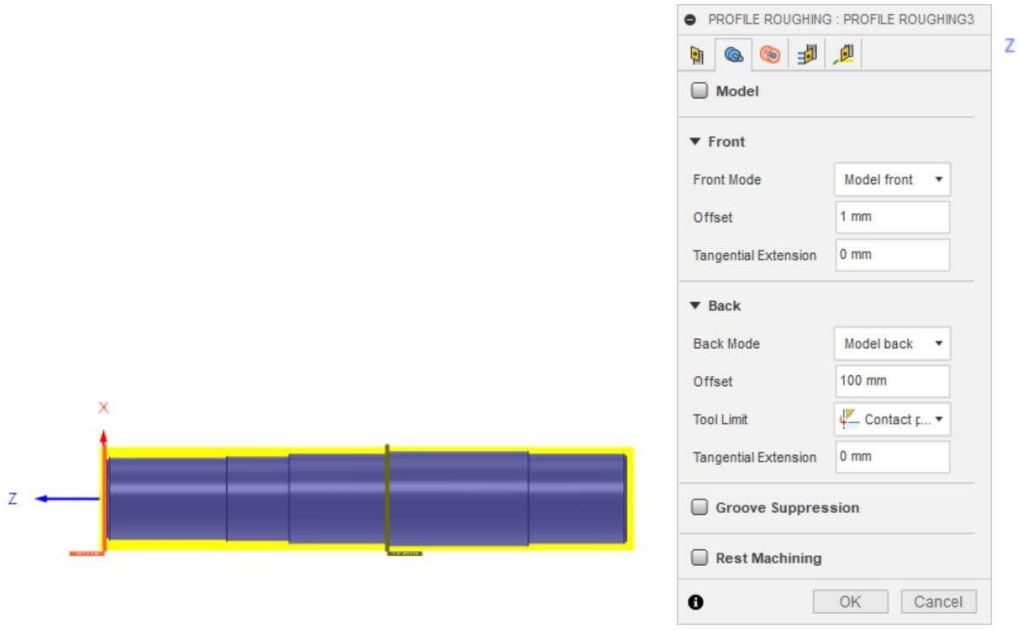


Hình 4.6 Kết quả mô phỏng NC1

Nguyên công 2:

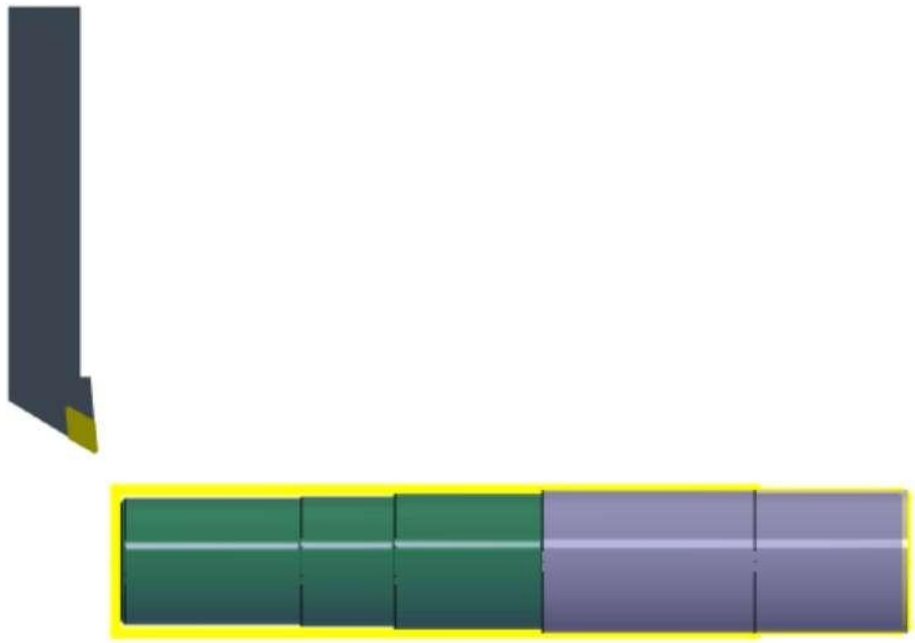
⇨ Chọn Geometry để chọn vùng chạy dao.

- Front: Vòng tròn đỏ bên phải là vị trí dao bắt đầu quá trình di chuyển dao.
- Back: Vòng tròn đen bên trái là vị trí dao kết thúc quá trình di chuyển dao.



Hình 4.7 Xác định vùng chạy dao

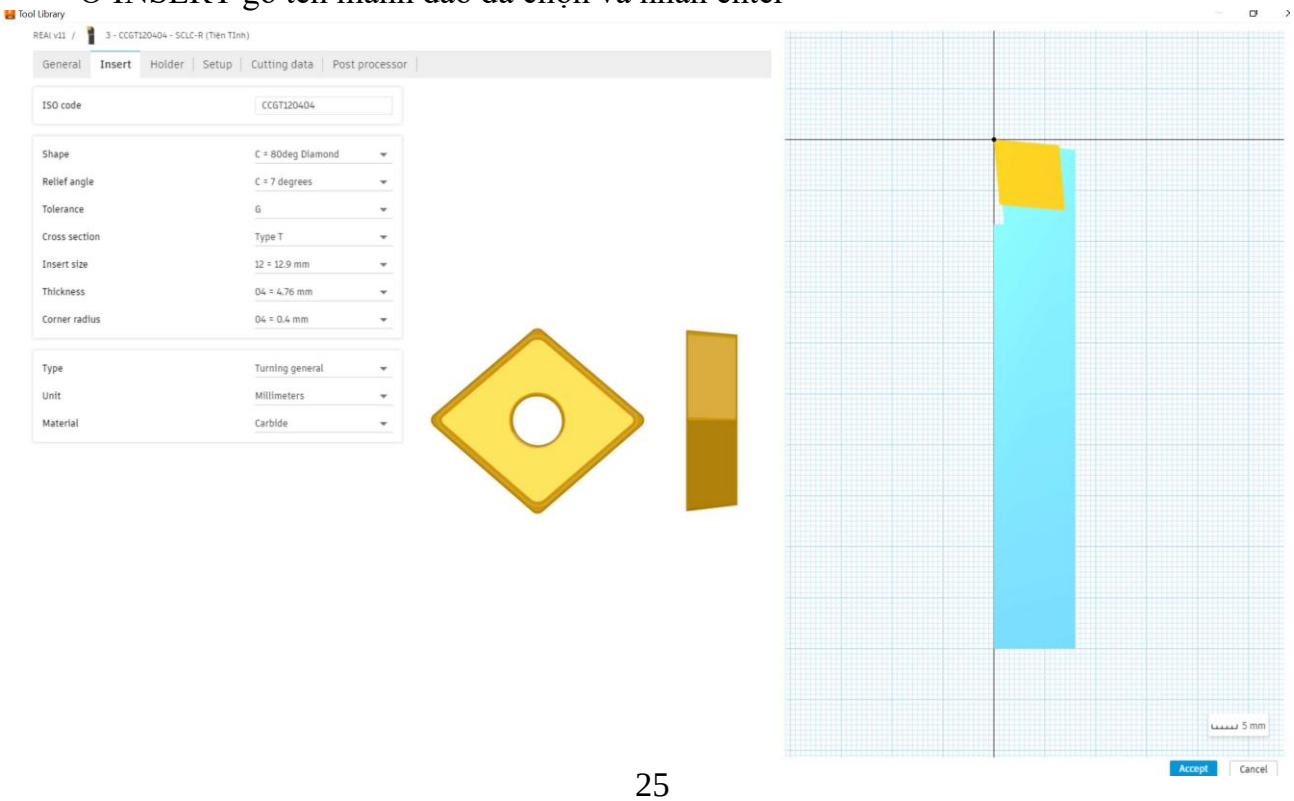
❖ **Kết quả mô phỏng :**



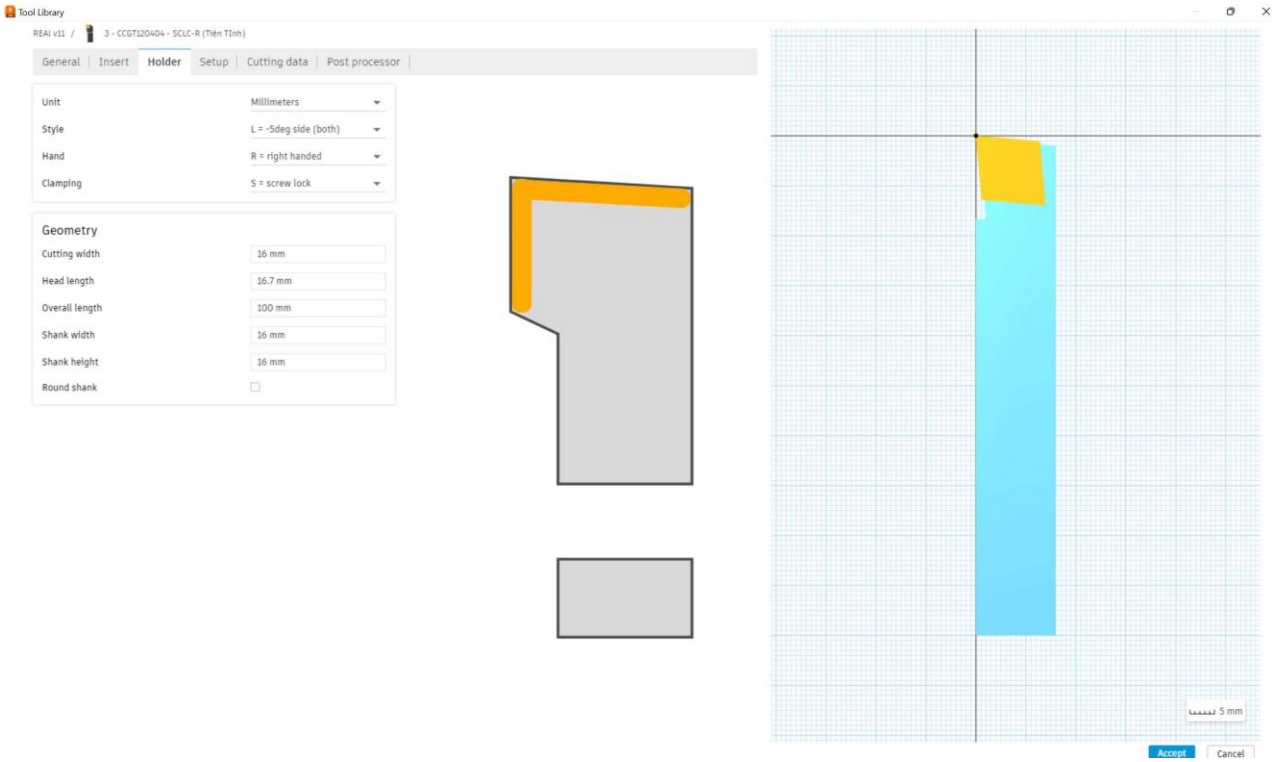
Hình 4.8 Kết quả mô phỏng NC2

5) Dao tiện tinh

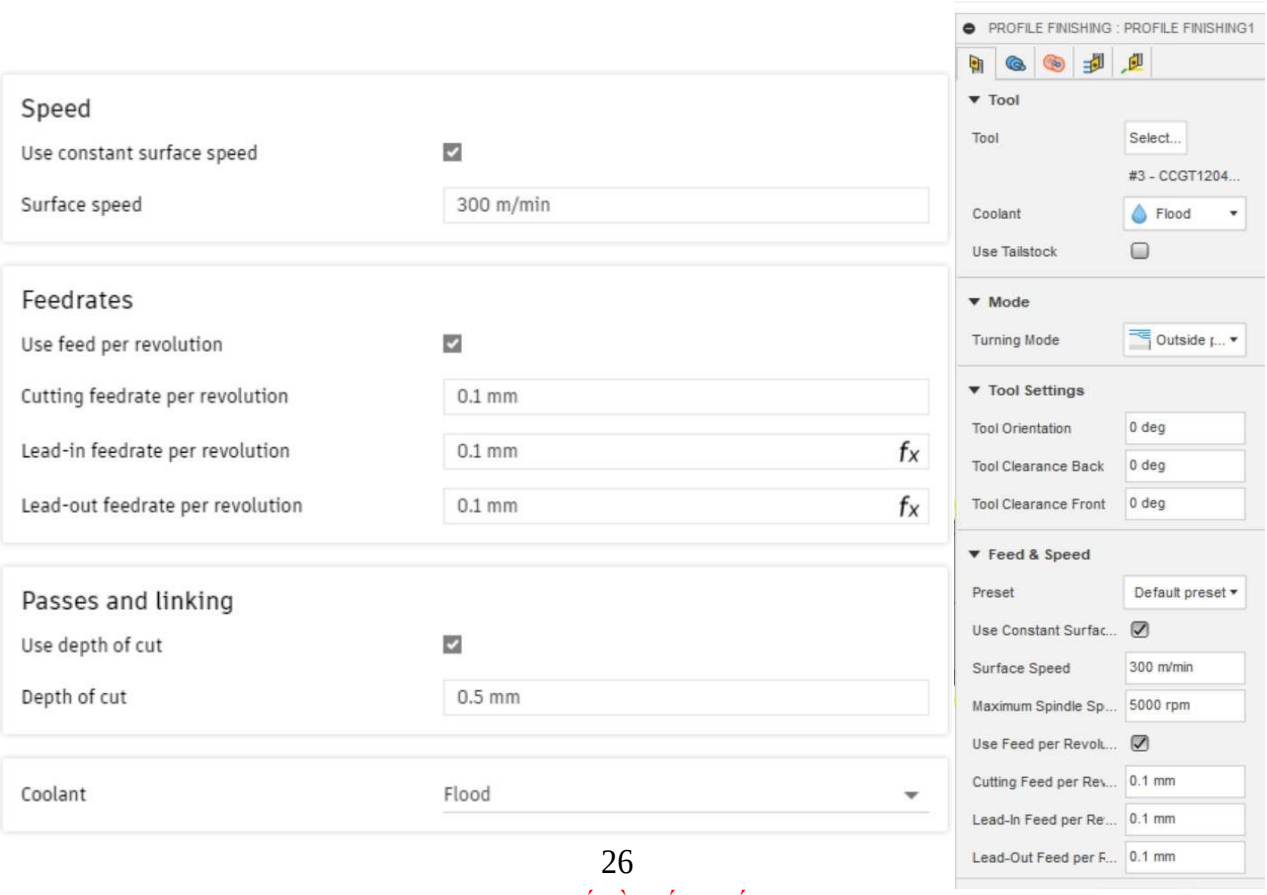
- Ở INSERT gõ tên mảnh dao đã chọn và nhấn enter



Hình 5.1 Thông số mảnh dao tiện tinh



Hình 5.2 Thông số cán dao tiện tinh

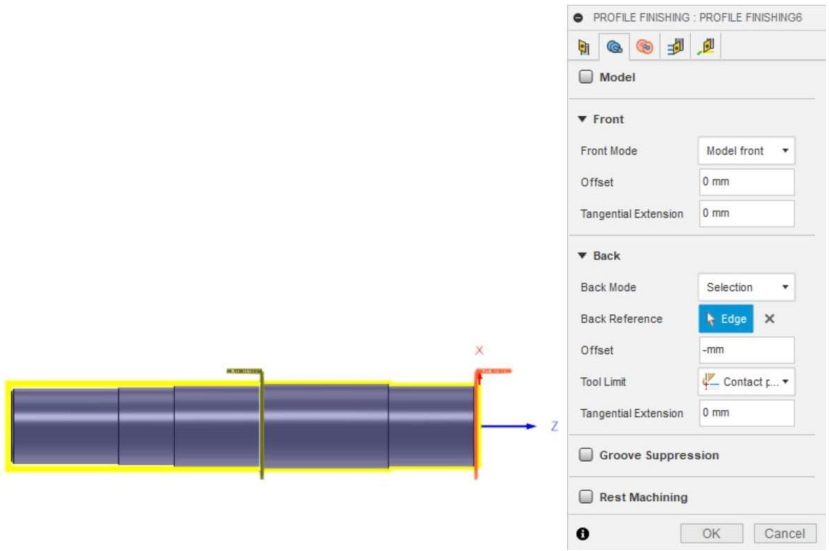


Hình 5.3 Các thông số về chế độ cắt tiện tinh

Chọn Geometry để chọn vùng chạy dao.

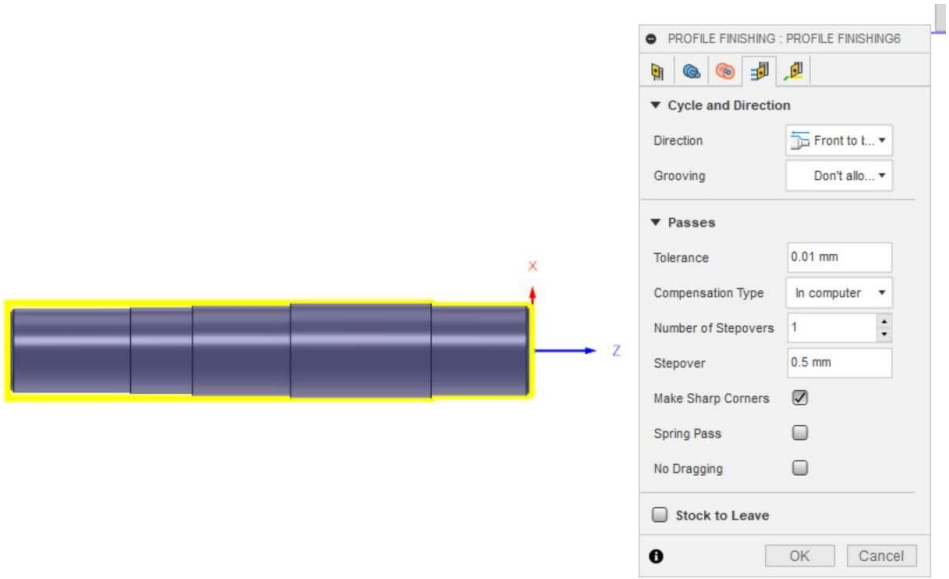
- Front: Vòng tròn đỏ bên phải là vị trí dao bắt đầu quá trình di chuyển dao.
- Back: Vòng tròn đen bên trái là vị trí dao kết thúc quá trình di chuyển dao.

Nguyên Công 1 :



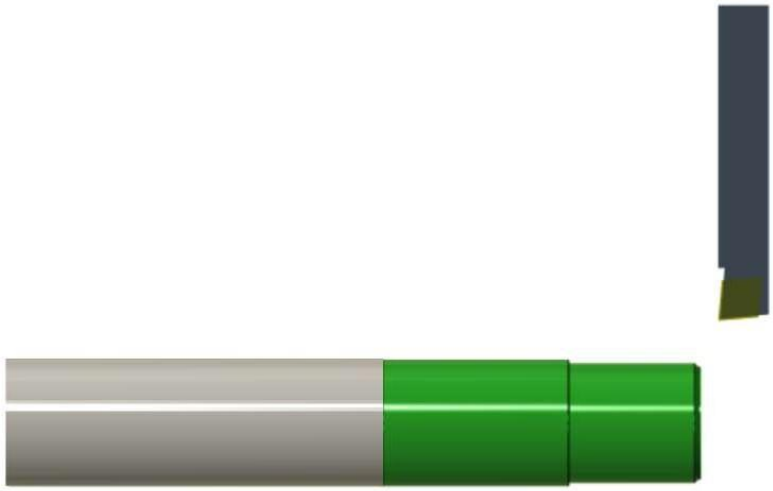
Hình 5.1 Xác định vùng chạy dao

- Chọn Don't allow grooving tại mục Passes để không tiện vào rãnh then.
- Nhập phần Maximum Depth of cut: Chiều sâu cắt lớn nhất.
- Nhập phần Stock to leave: Lượng dư gia công theo X và Z.



Hình 5.2 Xác định chiều sâu cắt và lượng dư gia công

❖ **Kết quả mô phỏng**

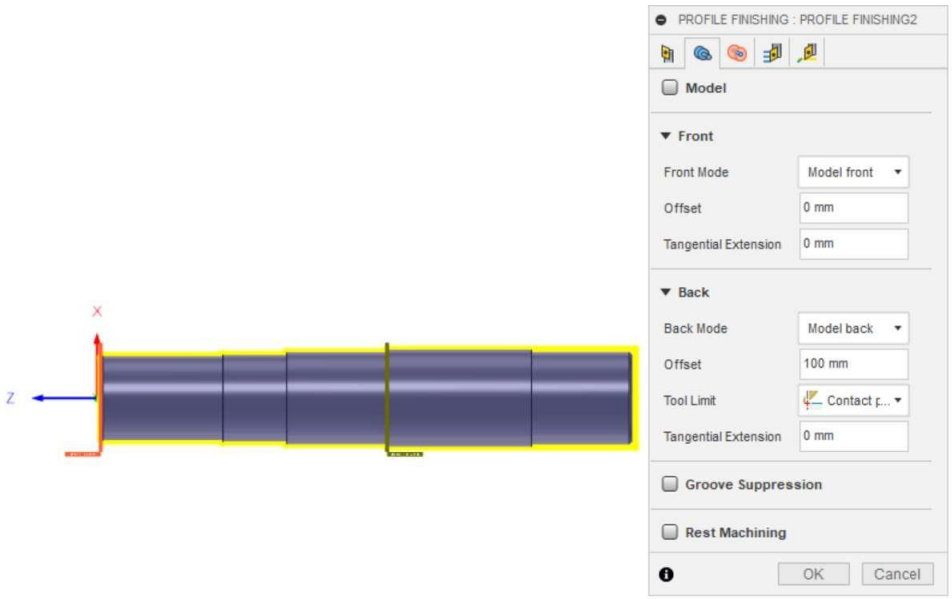


Hình 5.3 kết quả Mô phỏng NC3

Nguyên công 2

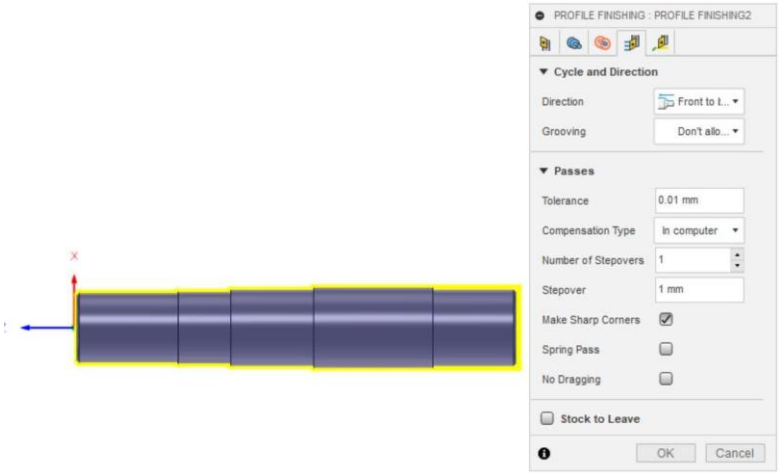
➢ Chọn Geometry để chọn vùng chạy dao.

- Front: Vòng tròn đỏ bên phải là vị trí dao bắt đầu quá trình di chuyển dao.
- Back: Vòng tròn đen bên trái là vị trí dao kết thúc quá trình di chuyển dao.



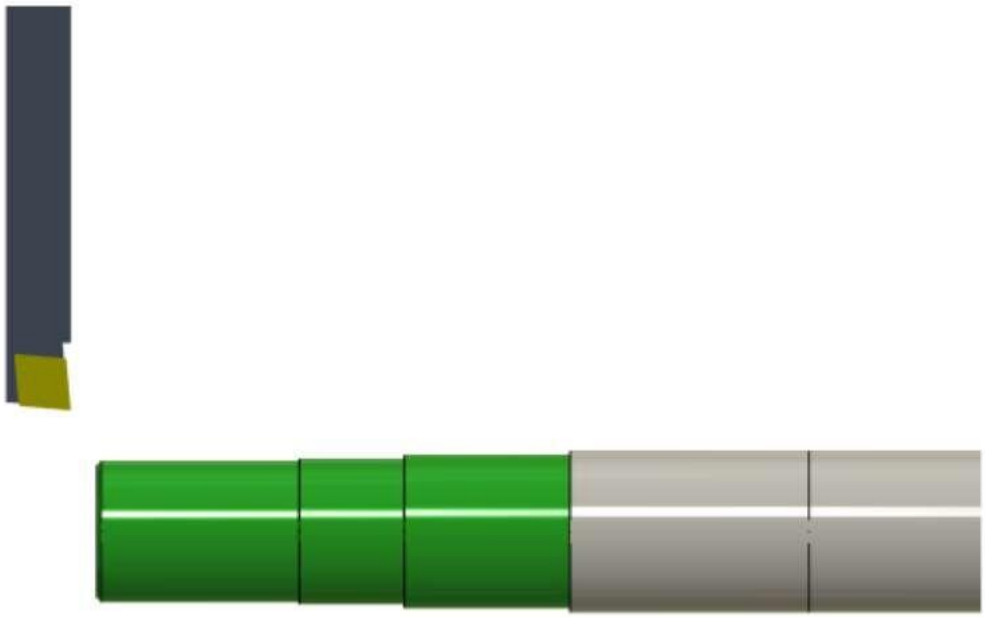
Hình 5.4 Xác định vùng chạy dao

- Chọn Don’t allow grooving tại mục Passes để không tiện vào rãnh then.
- Nhập phần Maximum Depth of cut: Chiều sâu cắt lớn nhất.
- Nhập phần Stock to leave: Lượng dư gia công theo X và Z.



Hình 5.5 Xác định lượng dư

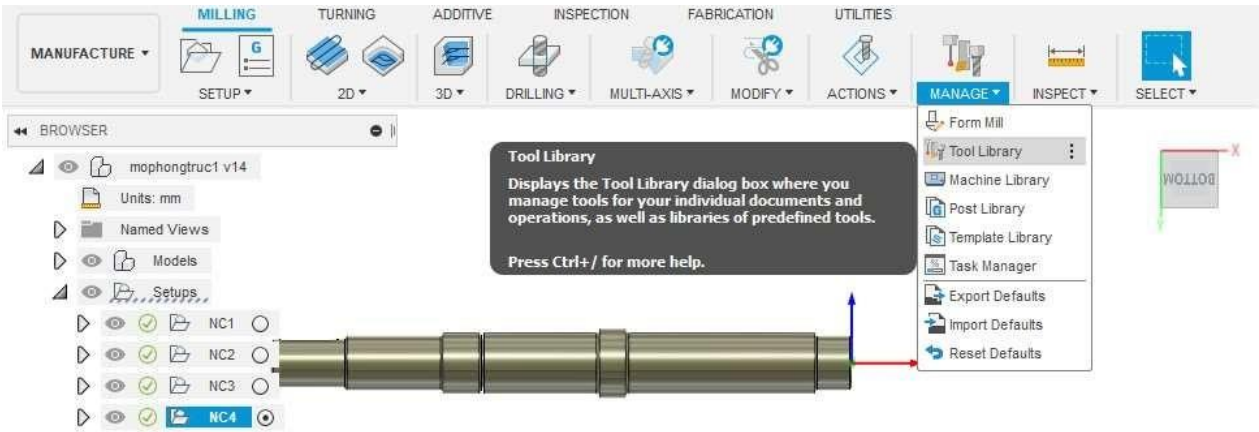
❖ **Kết quả mô phỏng**



Hình 5.6 Kết quả mô phỏng

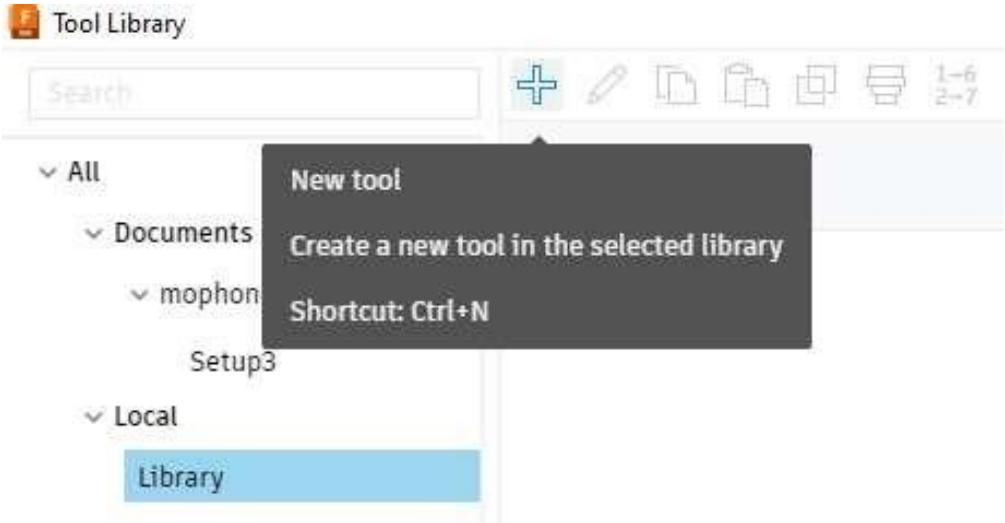
6) Dao phay

❖ Chọn Tool Library để vào thư viện dao.



Hình 6.1 Thư viện dao

❖ Nhấp chọn Library sau đó chọn New tool (+) để thiết lập dao.



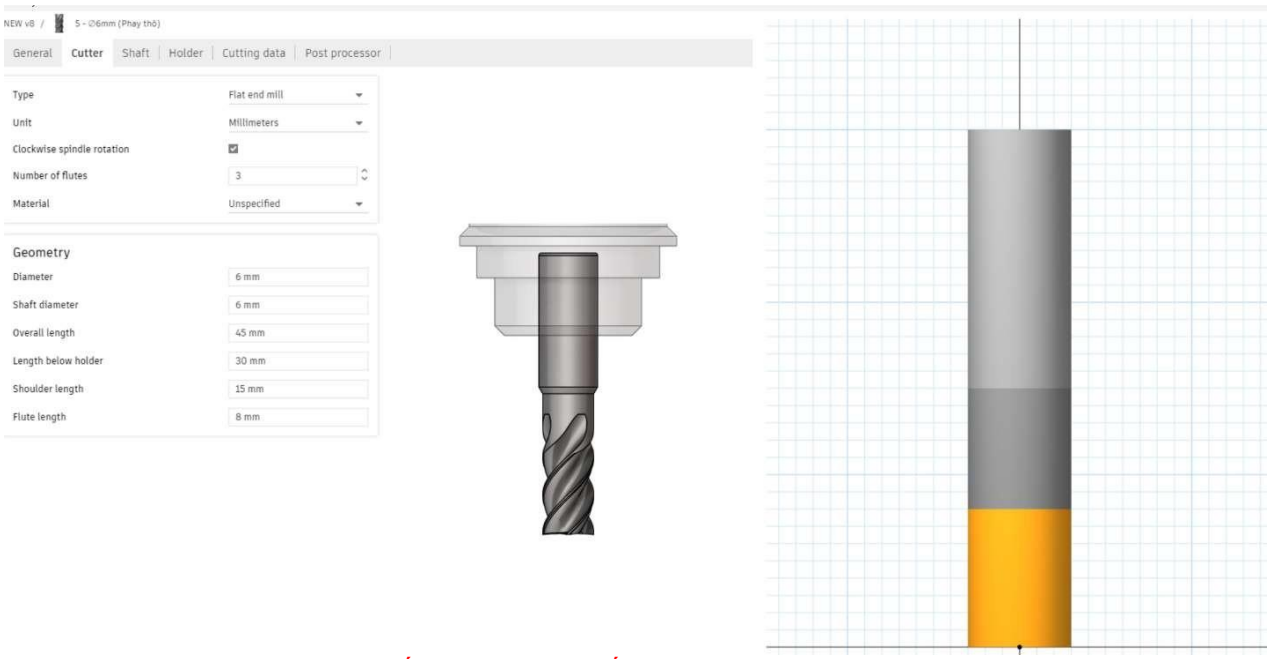
Hình 6.2 Tạo dao

❖ Chọn Flat end Mill để tạo dao phay.

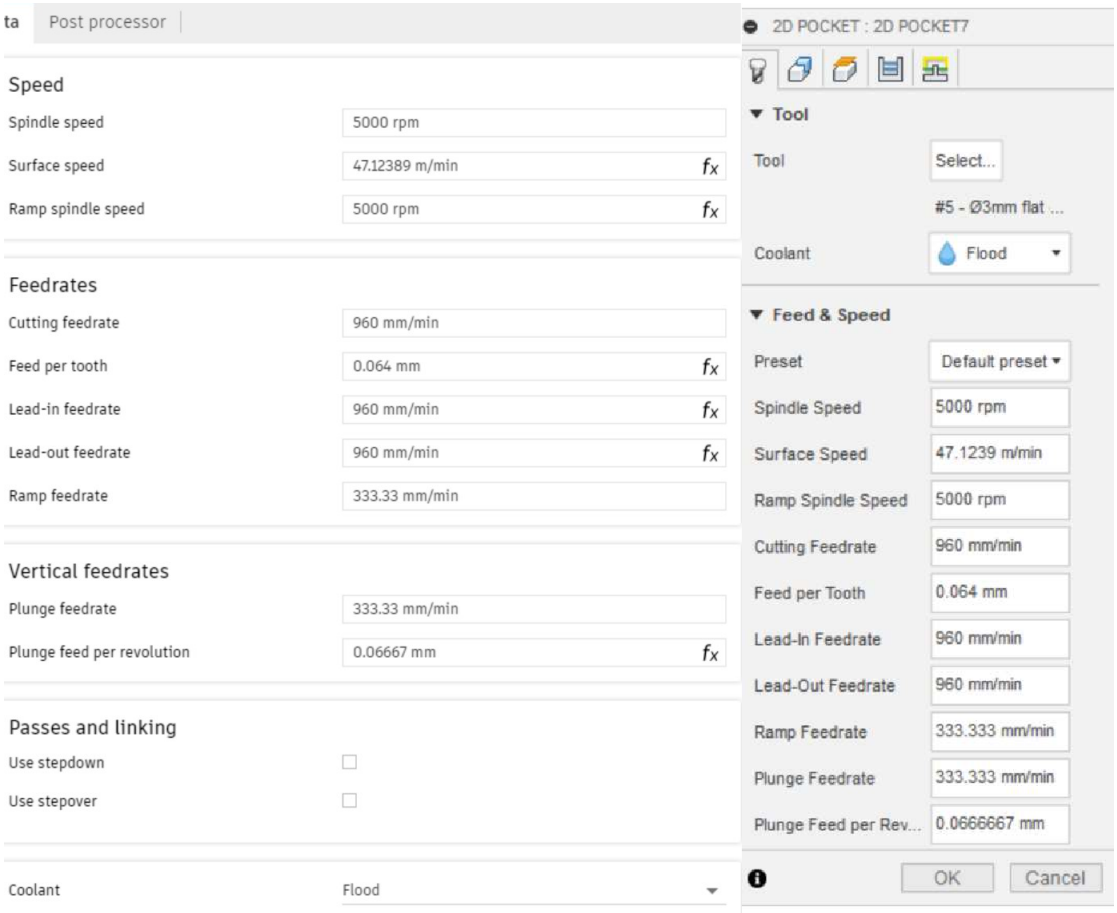
Hình 6.3 Chọn Dao phay

a. <u>Phay thô rãnh then</u>

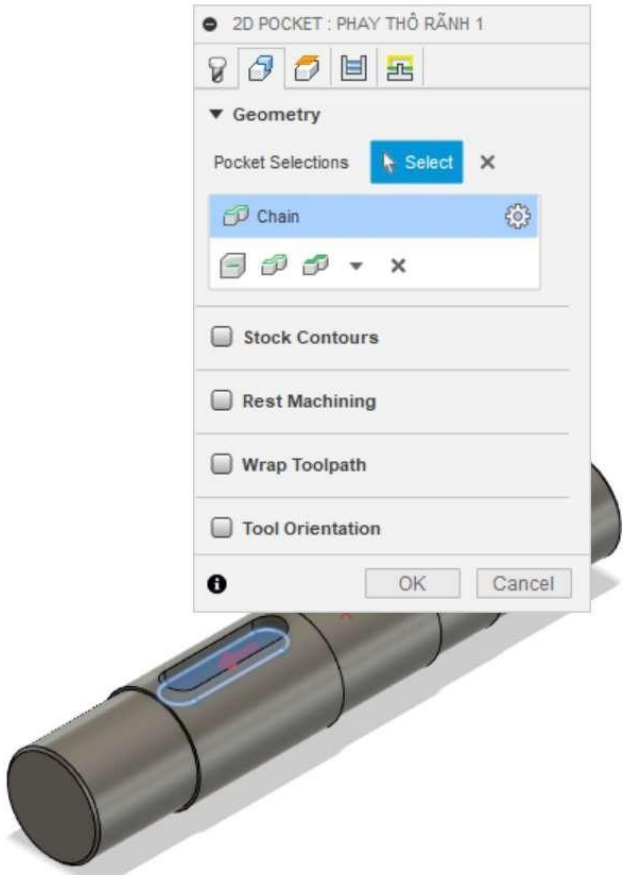
❖ Ở Cutter nhập các thông số của dao phay thô đã chọn và nhấn Accept để hoàn tất.



Hình 6.4 Thiết lập các thông số hình dáng của phay thô

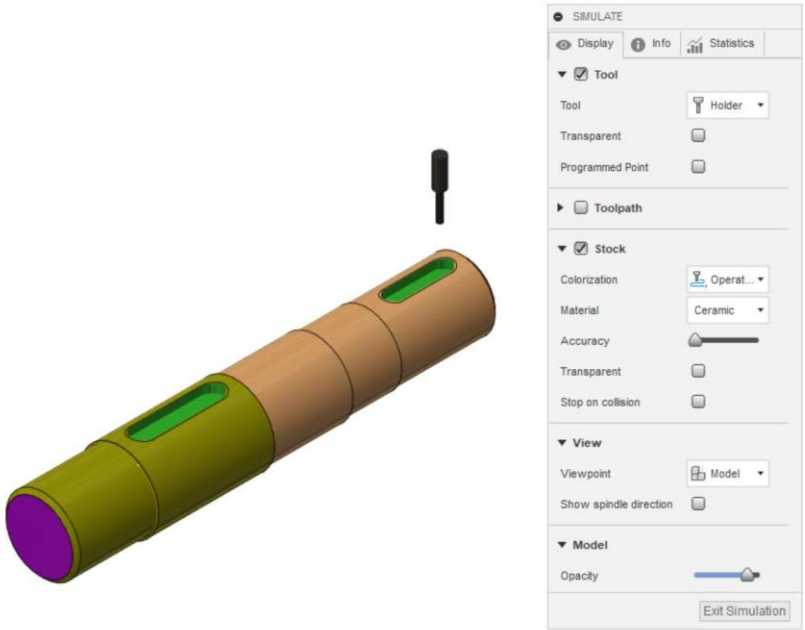


Hình 6.5 Thiết lập các thông số của phay thô



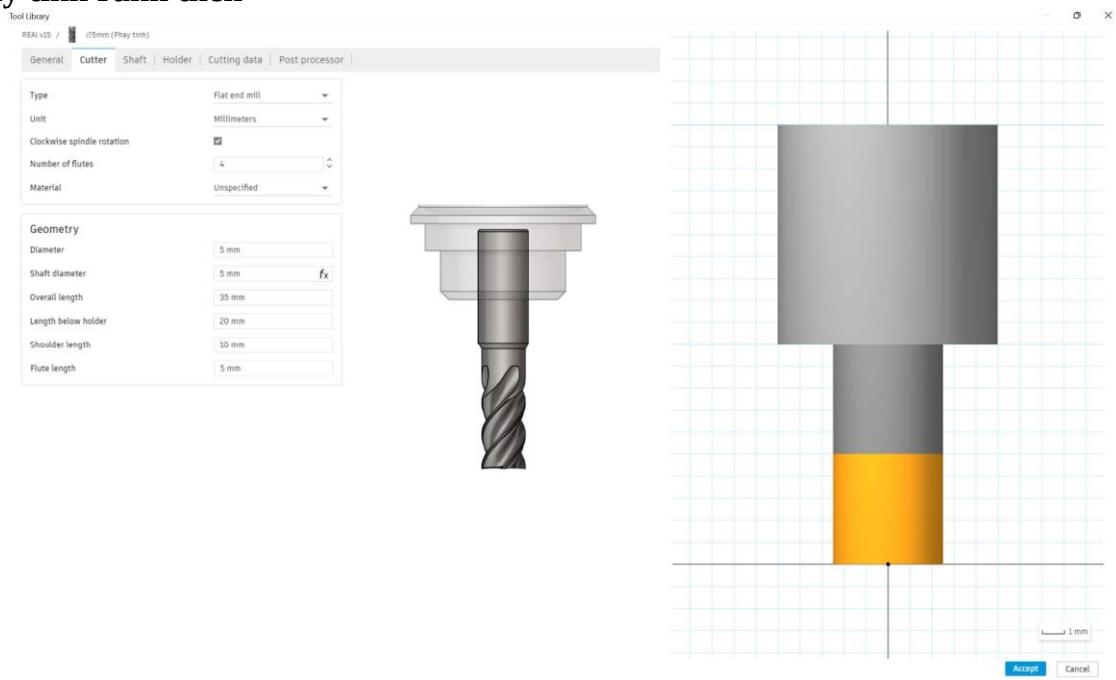
Hình 6.6 Xác định vị trí rãnh

❖ Hoàn tất bước 1 và dùng lệnh Simulate để mô phỏng:

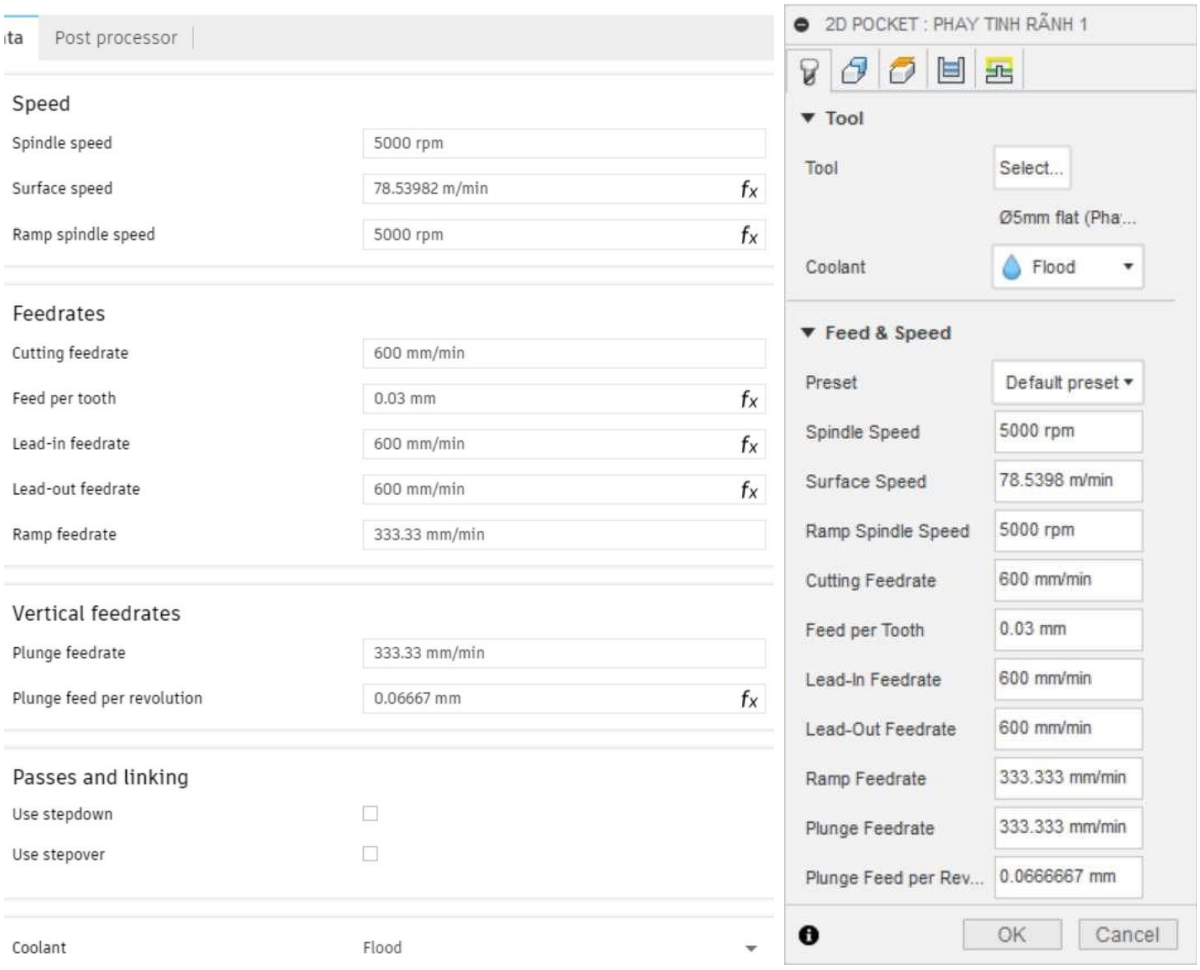


Hình 6.7 Hình ảnh mô phỏng phay thô

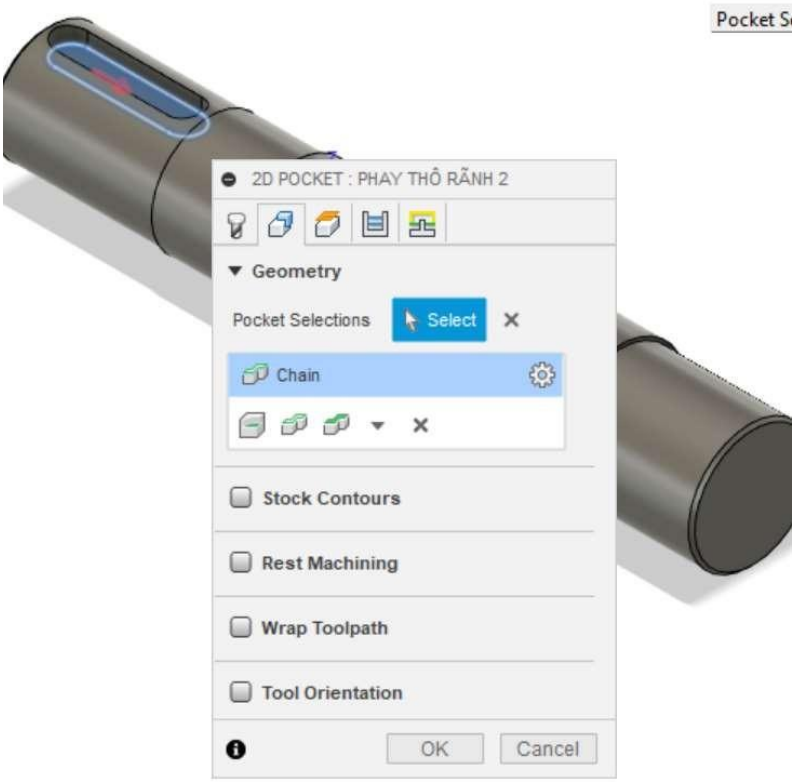
<u>Bước 2</u>: Phay tinh rãnh then



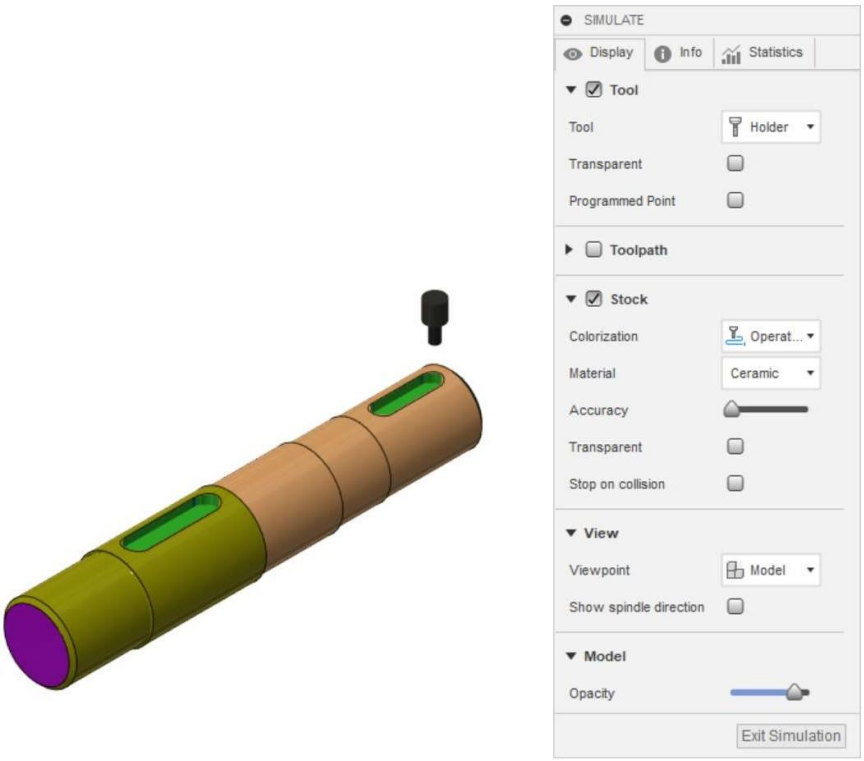
Hình 6.8 Thiết lập các thông số hình dáng của phay tinh



Hình 6.9 Thiết lập các thông số của phay tinh



Hình 6.10 Xác định vị trí rãnh

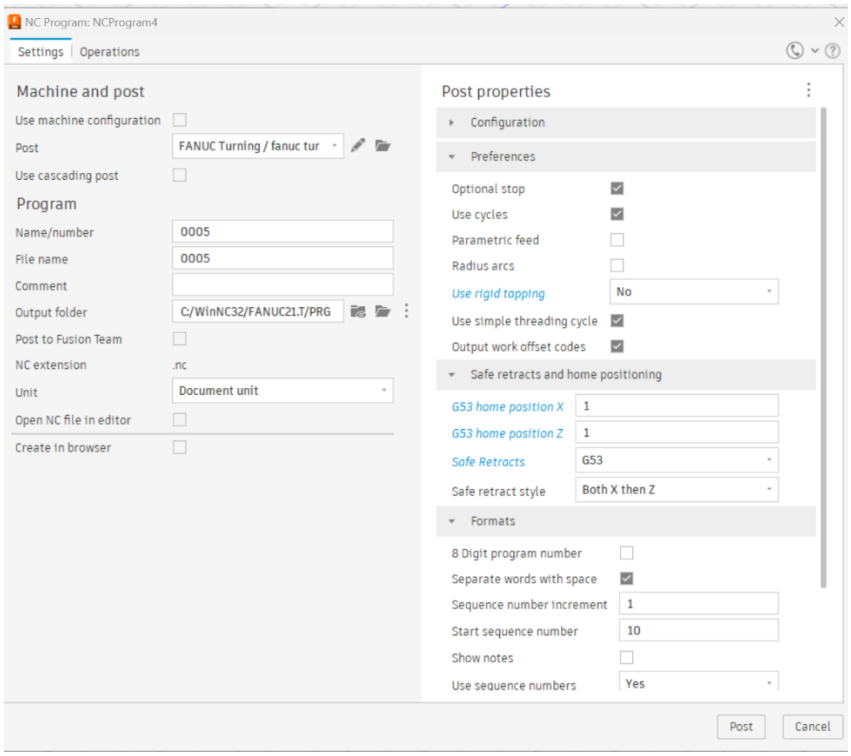


Hình 6.11 Hình ảnh mô phỏng phay tinh NC

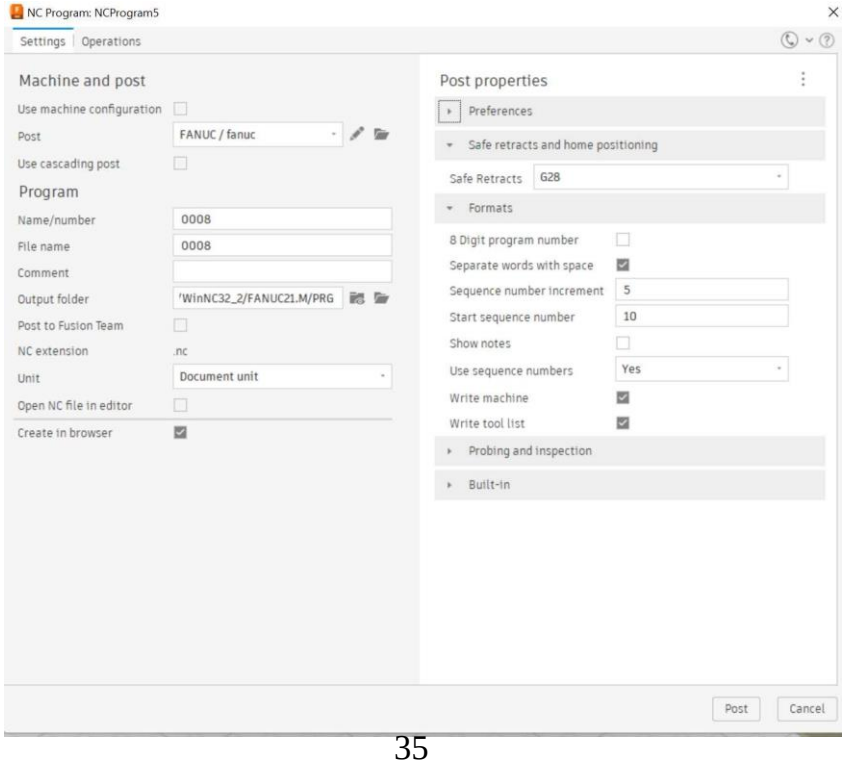
Chương 4: Mô phỏng gia công bằng Winnc fanuc

I.Trích xuất code

1. Xuất code tiện



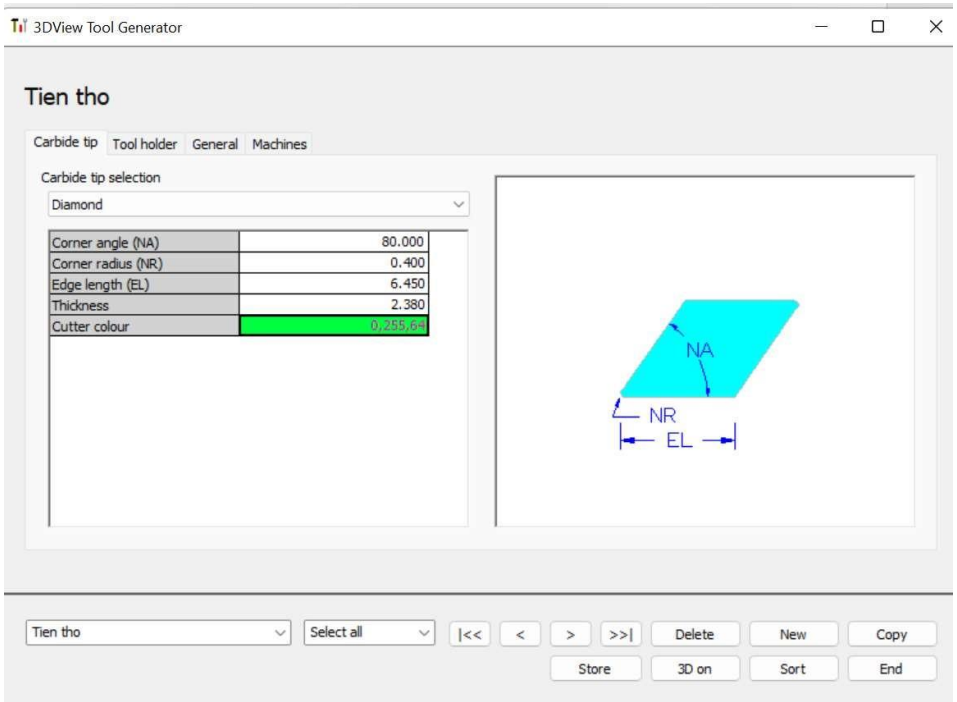
2.Xuất code phay



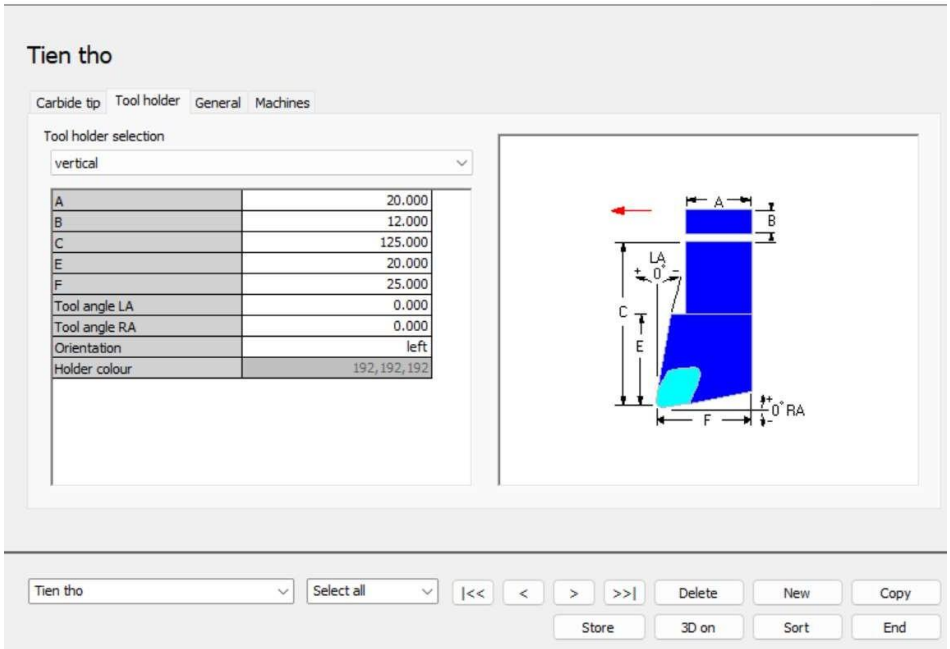
II. FANUC WINNC

1. Thiết lập dao tiện (3D-TOOLGENERATOR)

❖ Dao tiện thô

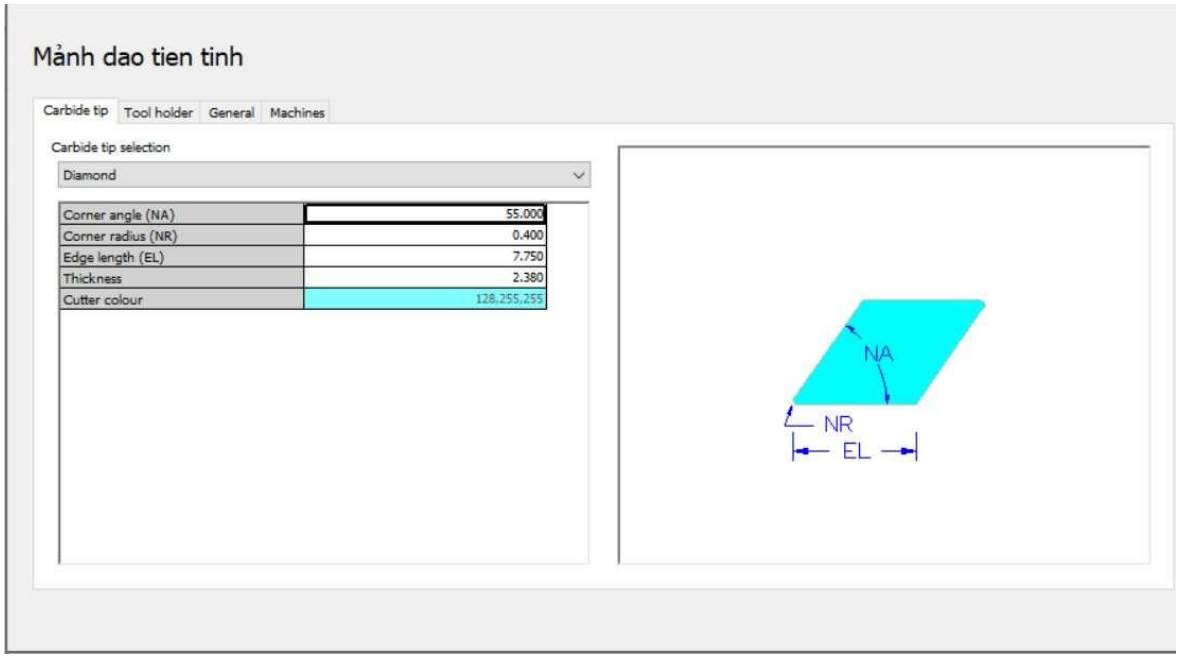


Thiết lập mảnh dao tiện thô

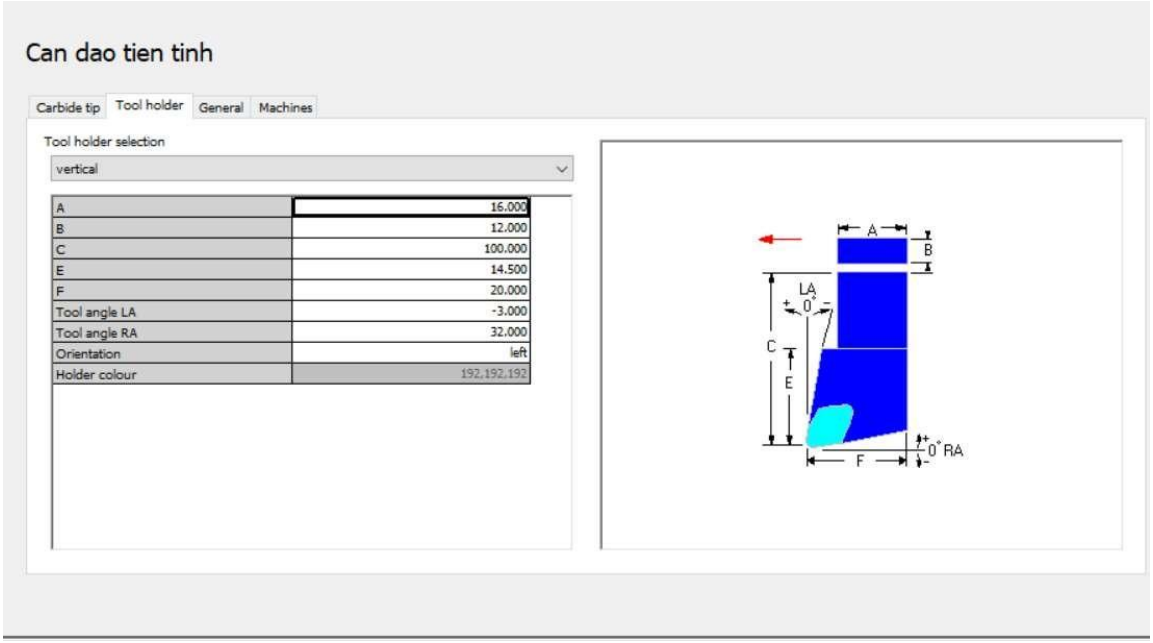


Thiết lập cán dao tiện thô

❖ Dao tiện tinh :



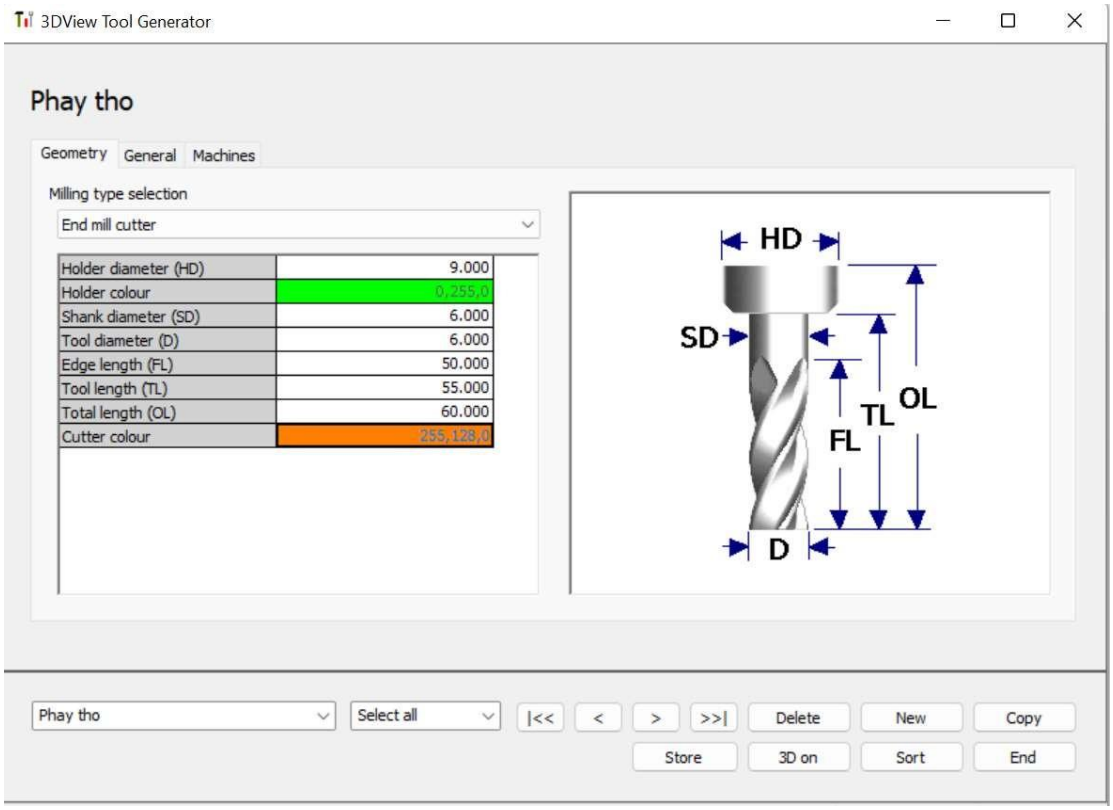
Thiết lập mảnh dao tiện tinh



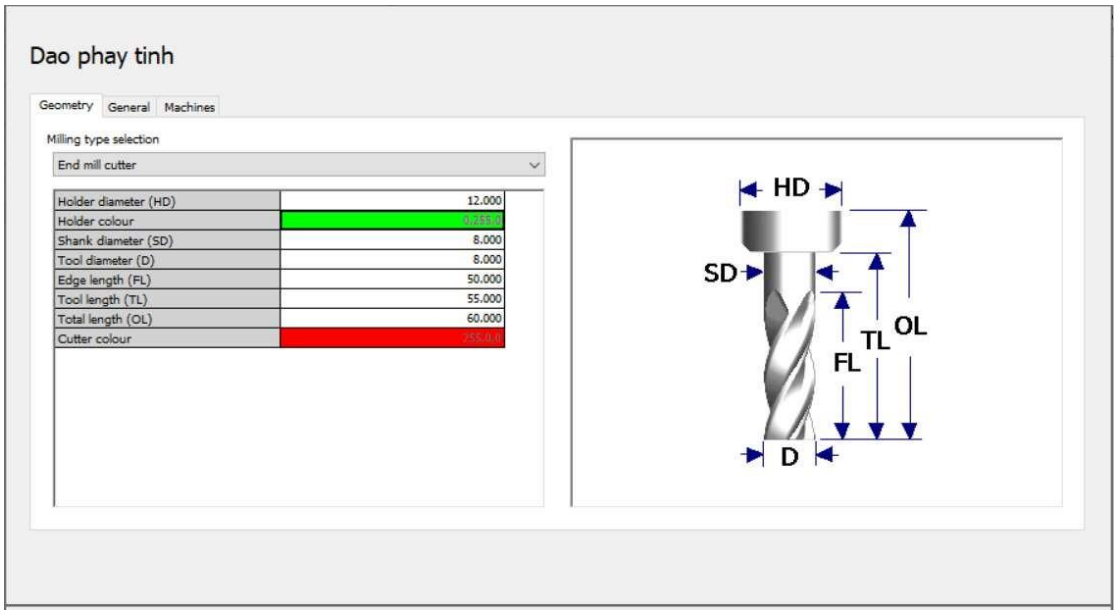
Thiết lập cán dao tiện tinh

III. CHỌN DAO PHAY

❖ Dao phay thô



❖ Dao phay tinh



IV. Thao tác chương trình:

- Nhập dòng code vào notepad trong file fanuc21T để CNC

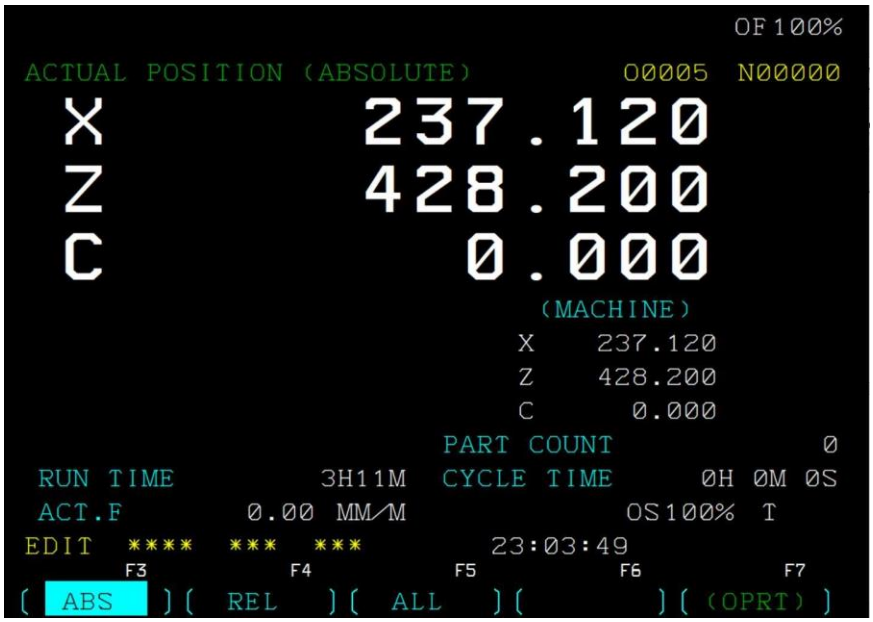
```
NGUYENCONG1
O0006
N10 G90 G94 G18
N11 G21
N12 G97 S6000
N13 G53 G0 X50 Z5 (TIENMATDAU)
N15 M06 T0101
N17 G54
N18 M8
N19 G97 S934 M3
N20 G0 X75. Z5.
N21 G94 S5000
N22 G96 S220 M3
N23 G0 Z-0.086
N24 X55.
N25 G1 X47.828 F0.5
N26 X45. Z-1.5
N27 X-1.6
N28 X1.228 Z-0.086
N29 G0 X75.
N30 Z5.
N31 G97 S934 M3
N32 M9
N33 G0 X50 Z5 (TIENTHO)
N40 G97 S1077 M3
N41 G0 X65. Z5.
N42 G97 S5000
N43 G96 S220 M3
N44 G0 Z-0.5
N45 X41.
N46 G1 Z-119.3 F0.5
N47 X45.
N48 X47. Z-118.3
N49 G0 Z-0.5
N50 X37.
N51 G1 Z-77.4 F0.5
N52 X38.2
```

File Edit View

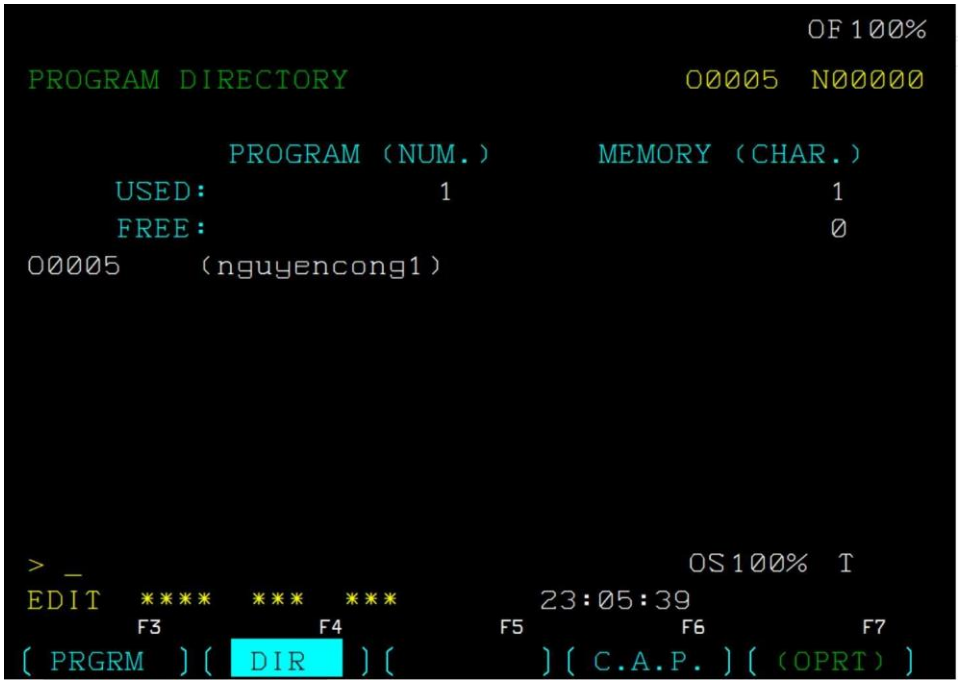
```
N66 X39. Z-76.4
N67 G0 Z-0.5
N68 X30.814
N69 G1 Z-1.734 F0.5
N70 X33.907 Z-3.281
N71 X35.907 Z-2.281
N72 G0 X65.
N73 Z5.
N74 G97 S1077 M3
N75 M9
N76 G28 G0 X50 Z5 (TIENTINH)
N79 M06 T0201
N81 G54
N82 M8
N83 G97 S1469 M3
N84 G0 X65. Z5.
N85 G97 S5000
N86 G96 S300 M3
N87 G0 Z0.383
N88 X31.681
N89 G1 X30.766 F0.2
N90 Z-1.617
N91 X35. Z-3.734
N92 Z-51.5
N93 X36.
N94 Z-77.5
N95 X38.
N96 Z-118.5
N97 X39.2
N98 X42.028 Z-117.086
N99 X42.342
N100 G0 X65.
N101 Z5.
N102 G97 S1469 M3
N103 M9
N104 G00 X45 Z0
N106 M30
```

Nguyên công 1 : Tiện biên dạng trục bên phải

1. Vào FANUC WINNC

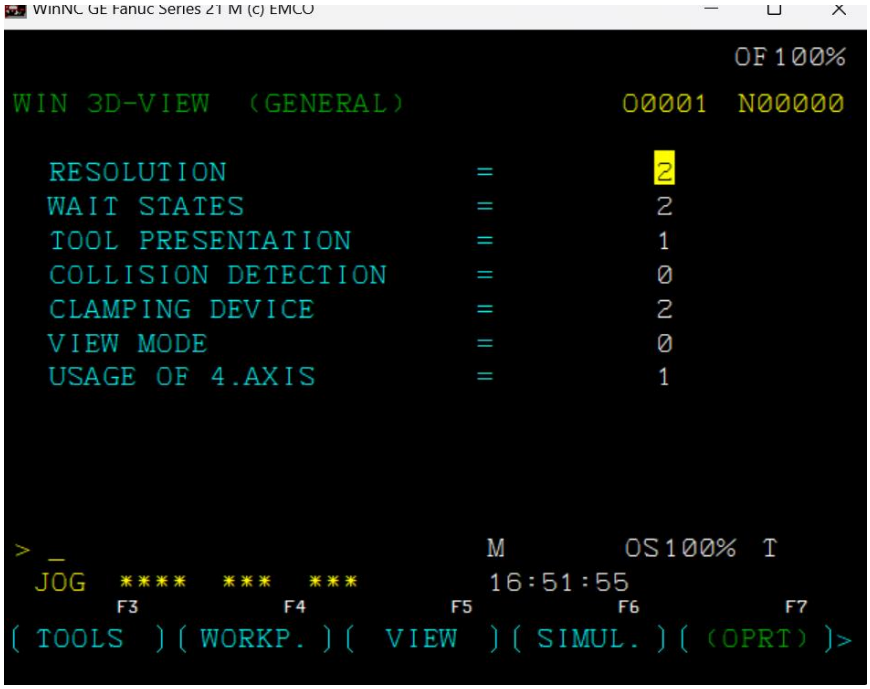


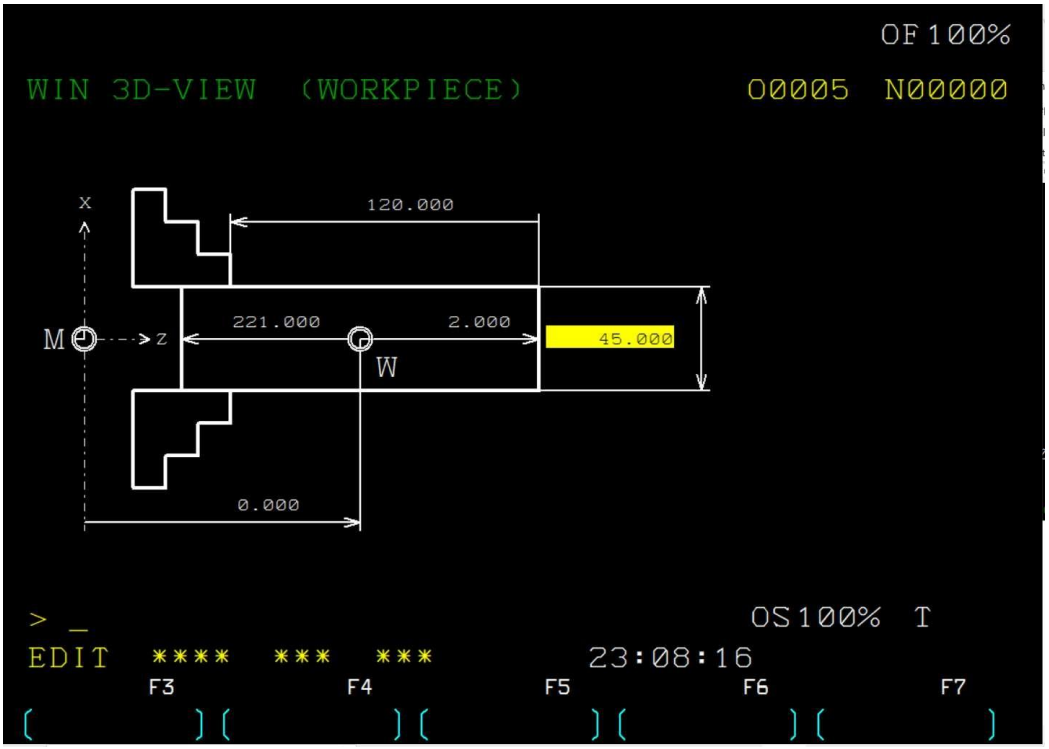
2. Vào chương trình



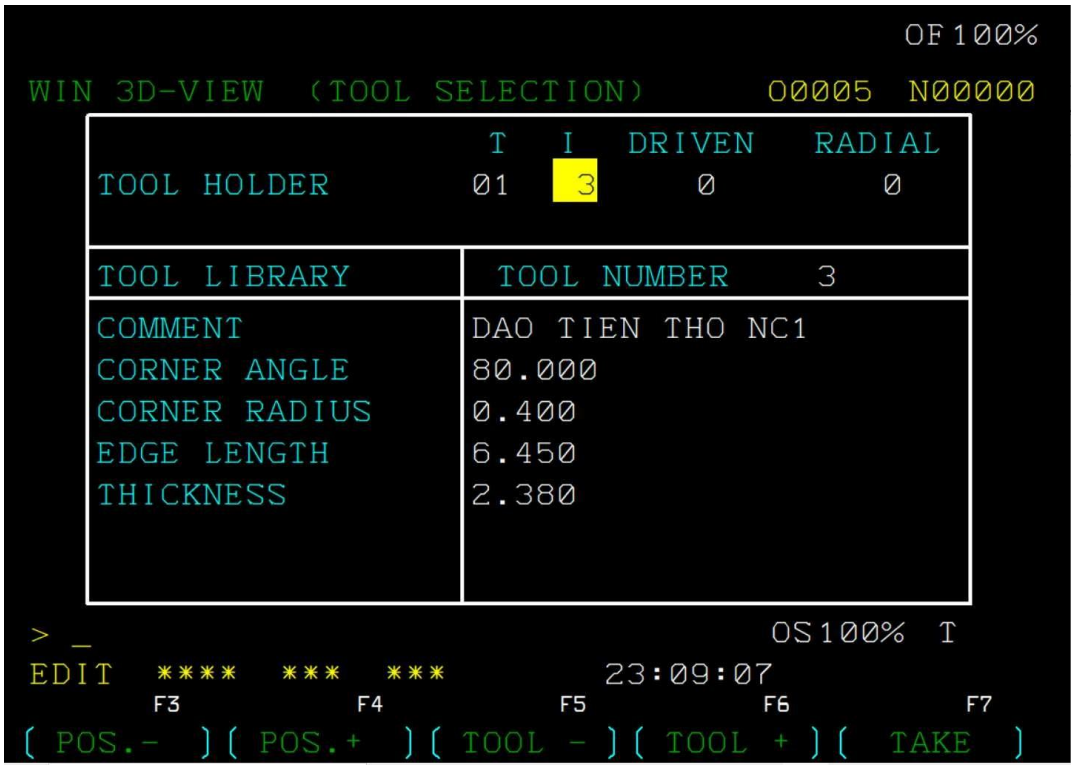
3. Set gốc phôi, chọn kích thước phôi

4. Chọn dao

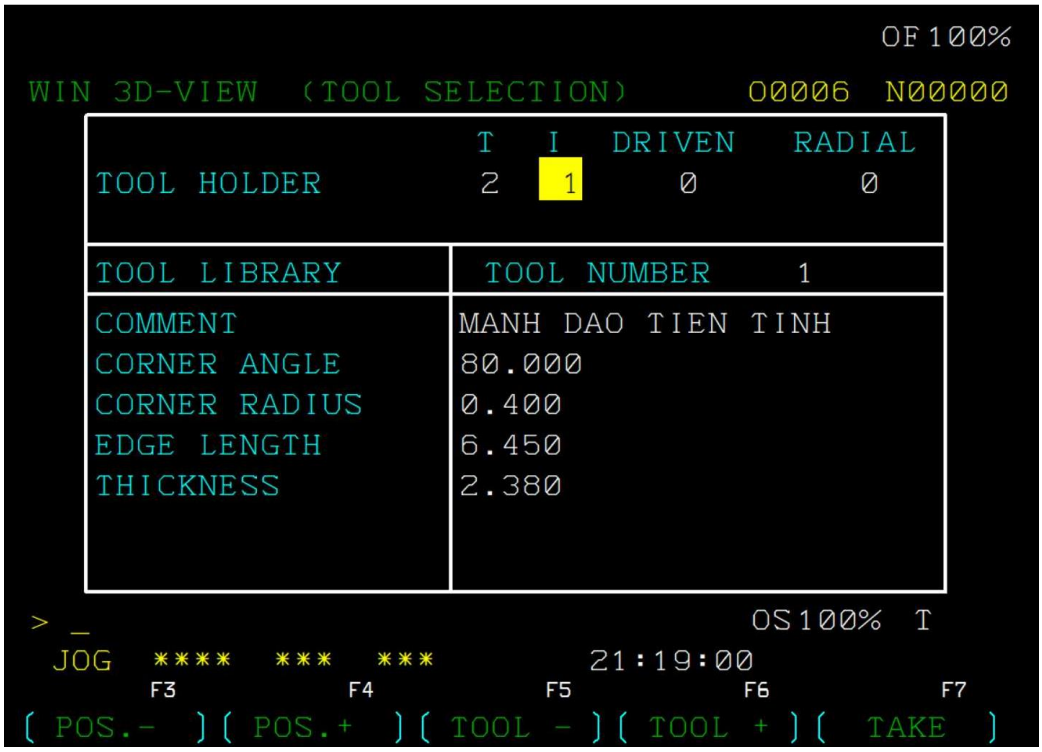




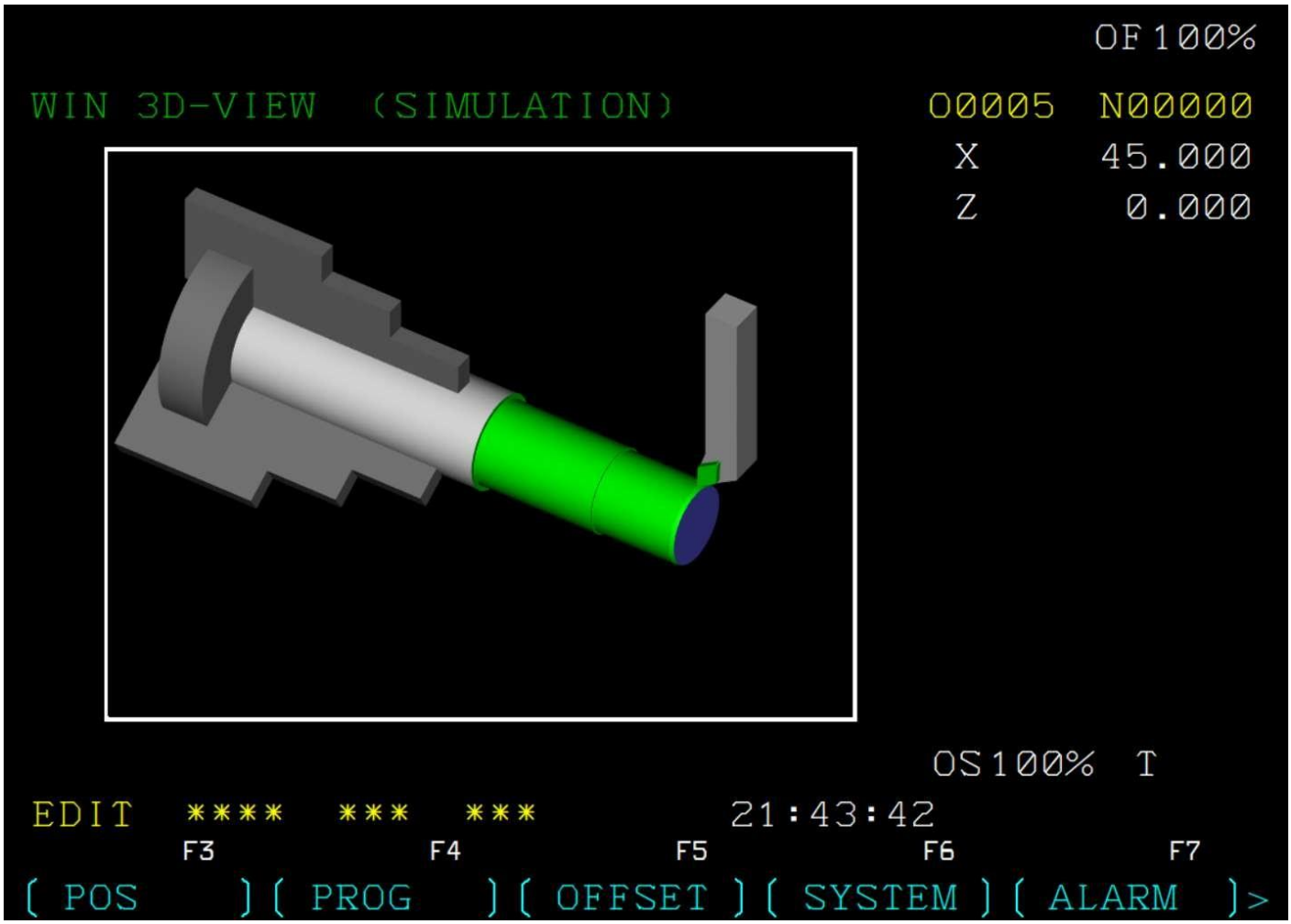
❖ Dao tiện thô



❖ Dao tiện tinh :

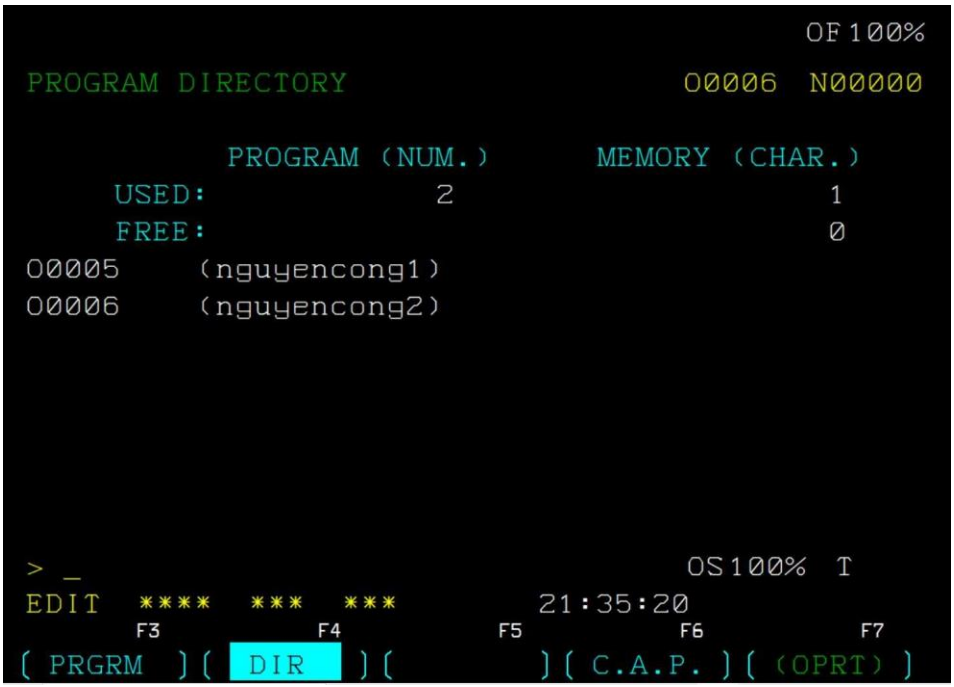


5.Mô phỏng chương trình :



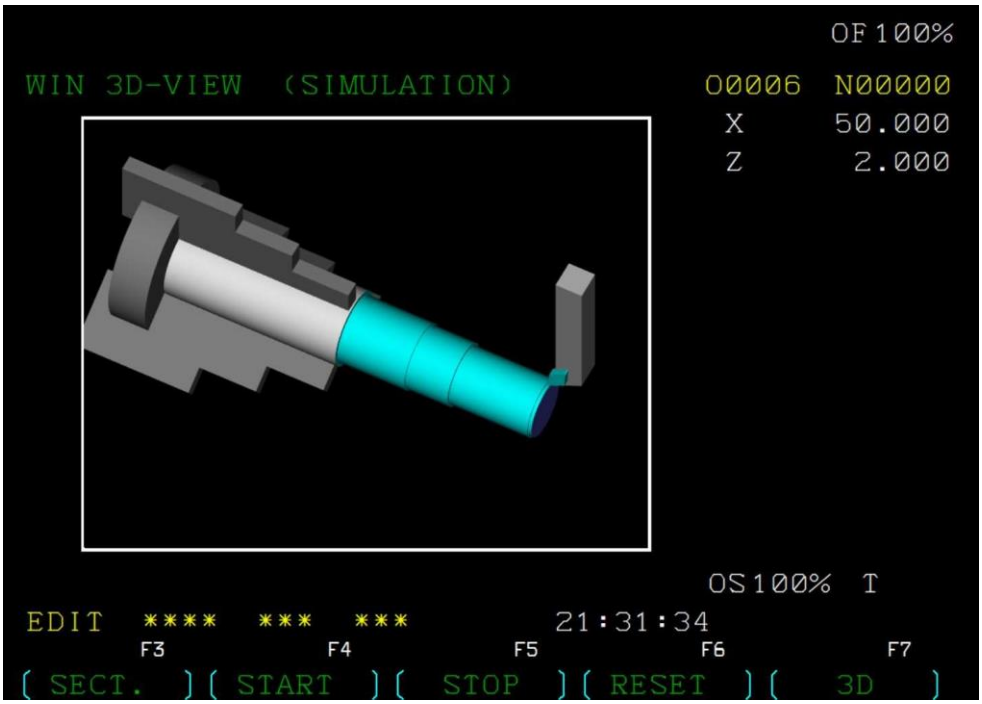
Nguyên công 2 : Tiện biên dạng nửa bên trái còn lại

- Nhập code vào notepad trong file Fanuc21.T
- Chọn chương trình



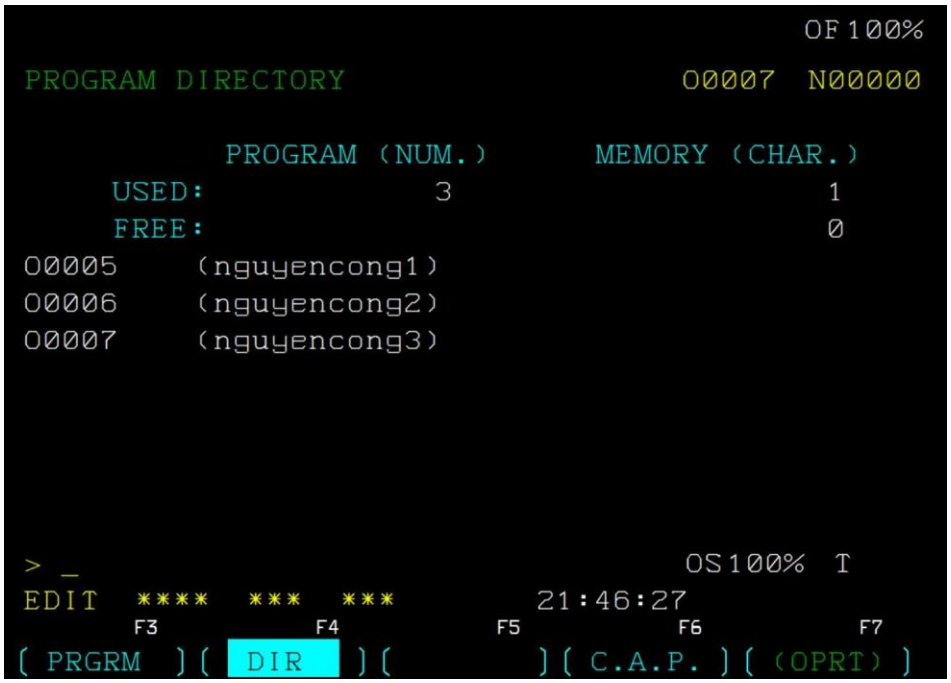
- Chọn dao như các thao tác trên

- Mô phỏng chương trình :



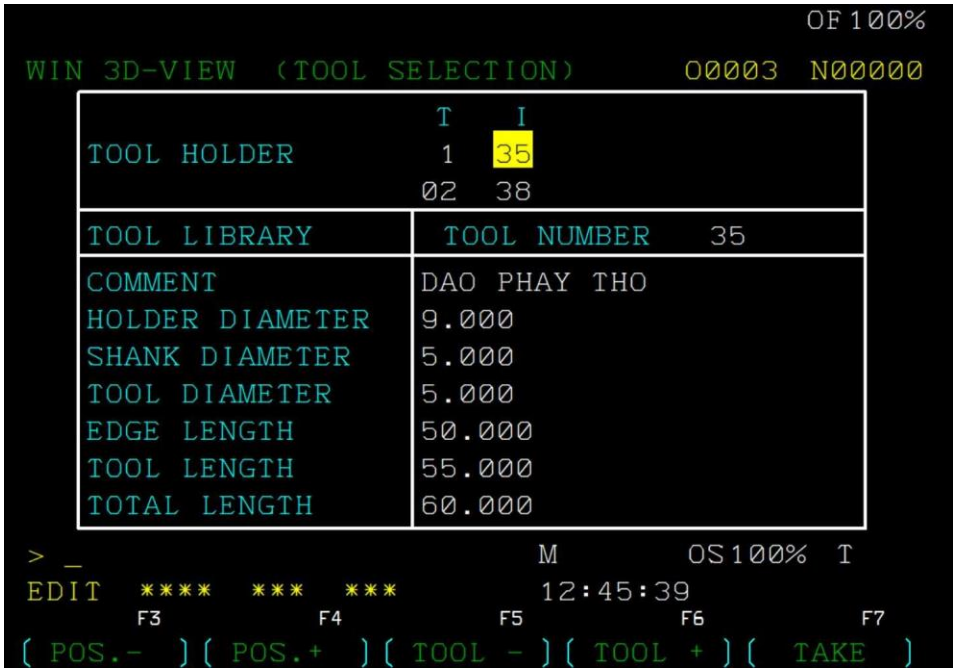
Nguyên công 3 : Phay rãnh then

➢ Chọn chương trình :



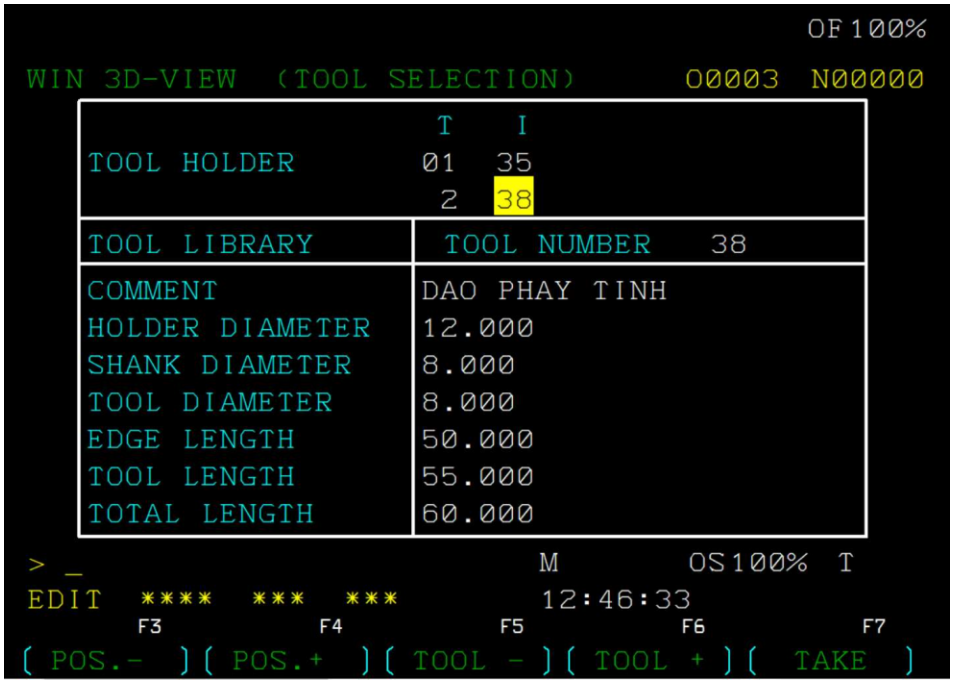
➢ Chọn dao :

❖ Dao phay thô



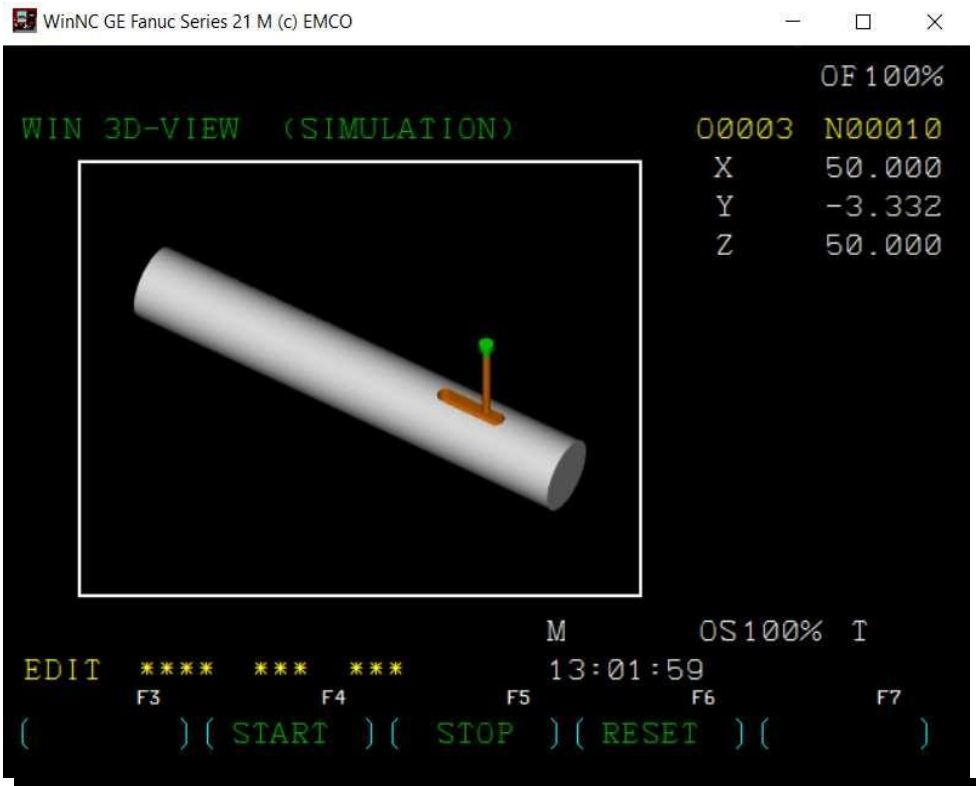
❖ Dao phay tinh :

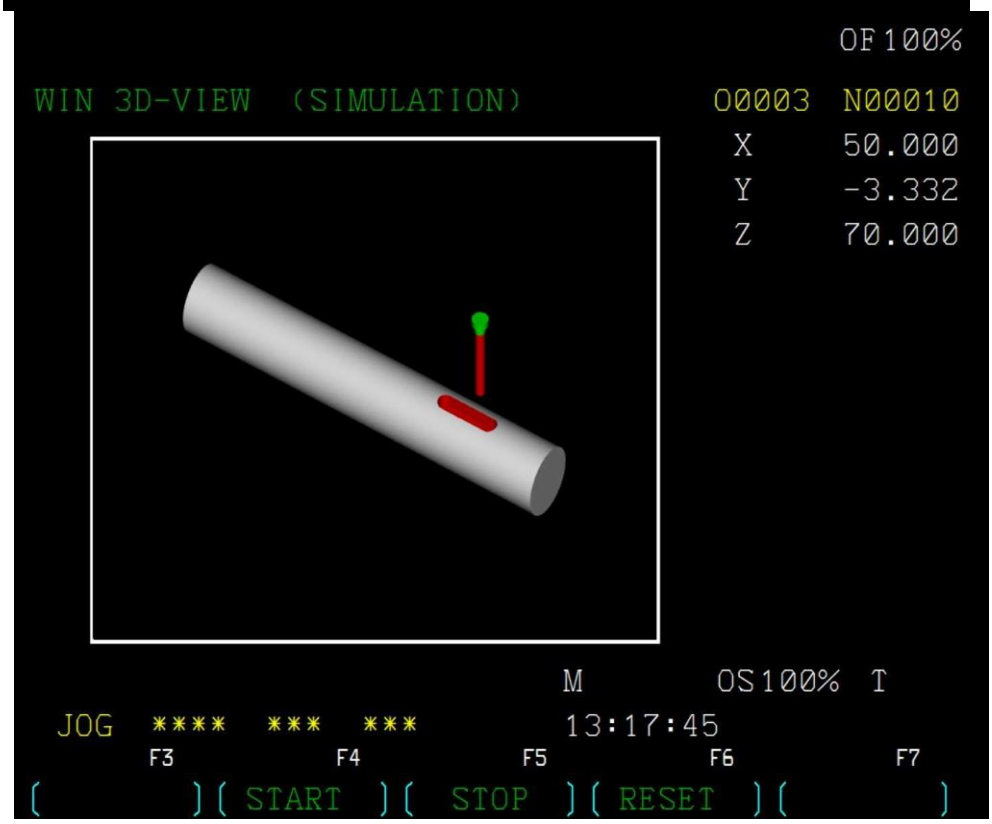
➢ Chọn dao phay tinh



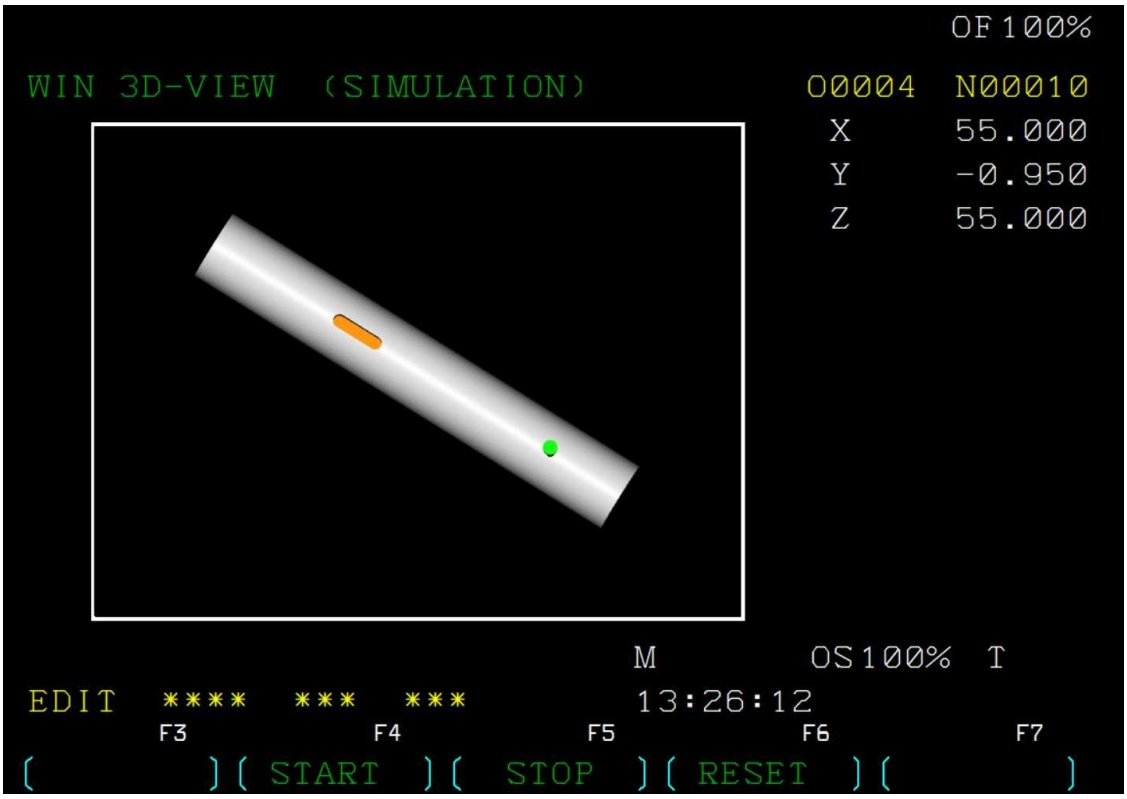
➢ Mô phỏng phay

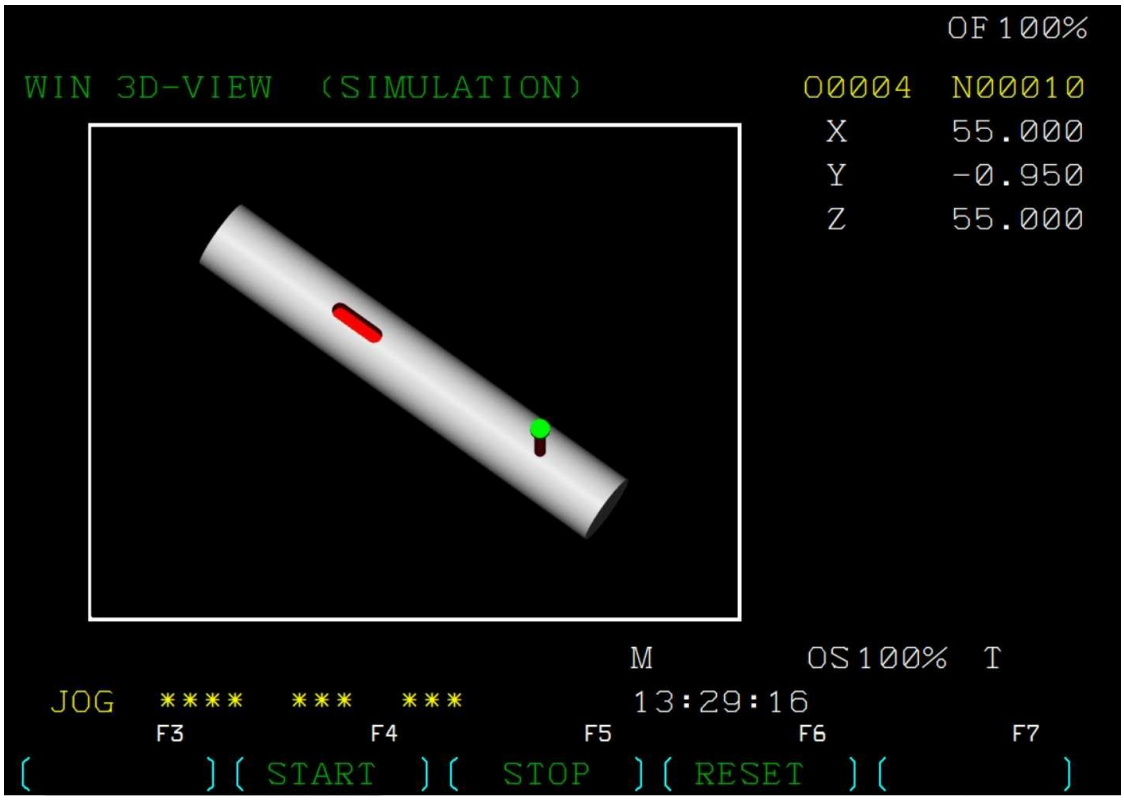
➢ GIA CÔNG RÃNH THỨ NHẤT : THÔ ẢNH 1 + TINH ẢNH 2


WinNC GE Fanuc Series 21 M (c) EMCO
OF100%
WIN 3D-VIEW (SIMULATION)
O0003 N00010
X 50.000
Y -3.332
Z 50.000
M OS100% T
EDIT **** *** ***
13:01:59
F3 F4 F5 F6 F7
( ) (START) (STOP) (RESET) ( )


OF100%
WIN 3D-VIEW (SIMULATION)
O0003 N00010
X 50.000
Y -3.332
Z 70.000
M OS100% T
JOG **** *** ***
13:17:45
F3 F4 F5 F6 F7
( ) (START) (STOP) (RESET) ( )

GIA CÔNG RÃNH THỨ HAI : THÔ ẢNH 1 + TINH ẢNH 2





CODE CHƯƠNG TRÌNH

⇨ Code xuất từ fusion360 và có sữa các dòng lệnh cho tương thích fanuc

```
NGUYENCONG1
O0006
N10 G90 G94 G18
N11 G21
N12 G97 S6000
N13 G53 G0 X50 Z5 (TIENMATDAU)
N15 M06 T0101
N17 G54
N18 M8
N19 G97 S934 M3
N20 G0 X75. Z5.
N21 G94 S5000
N22 G96 S220 M3
N23 G0 Z-0.086
N24 X55.
N25 G1 X47.828 F0.5
N26 X45. Z-1.5
N27 X-1.6
N28 X1.228 Z-0.086
N29 G0 X75.
N30 Z5.
N31 G97 S934 M3
N32 M9
N33 G0 X50 Z5 (TIENTHO)
N40 G97 S1077 M3
N41 G0 X65. Z5.
N42 G97 S5000
N43 G96 S220 M3
N44 G0 Z-0.5
N45 X41.
N46 G1 Z-119.3 F0.5
N47 X45.
N48 X47. Z-118.3
N49 G0 Z-0.5
N50 X37.
N51 G1 Z-77.4 F0.5
N52 X38.2
N53 Z-118.4
N54 X40.2
N55 Z-119.3
N56 X41.
N57 X43. Z-118.3
N58 G0 Z-0.5
N59 X33.907
N60 G1 Z-3.281 F0.5
N61 X35.2 Z-3.927
N62 Z-51.458
N63 X36.2
```

```
N64 Z-77.4
N65 X37.
N66 X39. Z-76.4
N67 G0 Z-0.5
N68 X30.814
N69 G1 Z-1.734 F0.5
N70 X33.907 Z-3.281
N71 X35.907 Z-2.281
N72 G0 X65.
N73 Z5.
N74 G97 S1077 M3
N75 M9
N76 G28 G0 X50 Z5 (TIENTINH)
N79 M06 T0201
N81 G54
N82 M8
N83 G97 S1469 M3
N84 G0 X65. Z5.
N85 G97 S5000
N86 G96 S300 M3
N87 G0 Z0.383
N88 X31.681
N89 G1 X30.766 F0.2
N90 Z-1.617
N91 X35. Z-3.734
N92 Z-51.5
N93 X36.
N94 Z-77.5
N95 X38.
N96 Z-118.5
N97 X39.2
N98 X42.028 Z-117.086
N99 X42.342
N100 G0 X65.
N101 Z5.
N102 G97 S1469 M3
N103 M9
N104 G00 X45 Z0
N106 M30
```

NGUYENCONG2

```
O0007
N10 G90 G94 G18
N11 G21
N12 G96 S6000
N13 G53 G0 X45 Z5 (TIENMAT)
N15 M06 T0101
N17 G54
N18 M8
N19 G97 S934 M3
N20 G0 X75. Z5.
N21 G97 S5000
N22 G96 S220 M3
```

```
N23 G0 Z-0.086
N24 X55.
N25 G1 X47.828 F0.5
N26 X45. Z-1.5
N27 X-1.6
N28 X1.228 Z-0.086
N29 G0 X75.
N30 Z5.
N31 G97 S934 M3
N32 M9
N33 G0 X50 Z5 (TIENTHO)
N35 M1
N36 M06 T0101
N37 G90 G18
N38 G54
N39 M8
N40 G97 S1077 M3
N41 G0 X65. Z5.
N42 G97 S5000
N43 G96 S220 M3
N44 G0 Z-0.5
N45 X41.
N46 G1 Z-102.3 F0.5
N47 X45.
N48 X47. Z-101.3
N49 G0 Z-0.5
N50 X37.407
N51 G1 Z-3.531 F0.5
N52 X38.2 Z-3.927
N53 Z-42.4
N54 X40.2
N55 Z-102.3
N56 X41.
N57 X43. Z-101.3
N58 G0 Z-0.5
N59 X33.814
N60 G1 Z-1.734 F0.5
N61 X37.407 Z-3.531
N62 X39.407 Z-2.531
N63 G0 X65.
N64 Z5.
N65 G97 S1077 M3 M06 T0201 (TIENTINH)
N66 G0 X65. Z5.
N67 G97 S5000
N68 G96 S220 M3
N69 G0 Z0.266
N70 X34.643
N71 G1 X33.531 F0.5
N72 Z-1.734
N73 X38. Z-3.969
N74 Z-42.5
N75 X40.
N76 Z-102.3
```

```
N77 X42.828 Z-103.714
N78 X44.
N79 G0 X65.
N80 Z5.
N81 G97 S1077 M3
N82 M9
N83 G0 X50 Z2
N85 M30
```

NGUYENCONG3

```
O0008
N10 G90 G94 G17 G49 G40 G80
N15 G21
N20 G28 G91 Z0.
N25 G90 (phay tho)
N30 T01 M06
N40 S2000 M03
N45 G54
N50 M08
N55 G00 X163.25 Y-3.58
N60 G43 Z36. H05
N65 G00 Z26.
N70 G01 Z23.8 F2000
N75 X163.219 Y-3.557 Z23.653
N80 X163.139 Y-3.488 Z23.544
N85 X163.036 Y-3.385 Z23.5
N90 G02 X165.164 Y-1.488 Z23.344 I1.064 J0.948
N95 X163.036 Y-3.385 Z23.187 I-1.064 J-0.948
N100 X165.164 Y-1.488 Z23.031 I1.064 J0.948
N105 X163.036 Y-3.385 Z22.875 I-1.064 J-0.948
N110 X165.164 Y-1.488 Z22.718 I1.064 J0.948
N115 X163.036 Y-3.385 Z22.562 I-1.064 J-0.948
N120 X165.164 Y-1.488 Z22.406 I1.064 J0.948
N125 X163.036 Y-3.385 Z22.249 I-1.064 J-0.948
N130 X165.164 Y-1.488 Z22.093 I1.064 J0.948
N135 X163.036 Y-3.385 Z21.937 I-1.064 J-0.948
N140 X165.164 Y-1.488 Z21.78 I1.064 J0.948
N145 X163.036 Y-3.385 Z21.624 I-1.064 J-0.948
N150 X165.164 Y-1.488 Z21.468 I1.064 J0.948
N155 X163.036 Y-3.385 Z21.311 I-1.064 J-0.948
N160 X165.164 Y-1.488 Z21.155 I1.064 J0.948
N165 X163.036 Y-3.385 Z20.999 I-1.064 J-0.948
N170 X165.164 Y-1.488 Z20.842 I1.064 J0.948
N175 X163.036 Y-3.385 Z20.686 I-1.064 J-0.948
N180 X165.164 Y-1.488 Z20.53 I1.064 J0.948
N185 X163.036 Y-3.385 Z20.373 I-1.064 J-0.948
N190 X165.164 Y-1.488 Z20.217 I1.064 J0.948
N195 X163.036 Y-3.385 Z20.061 I-1.064 J-0.948
N200 X165.164 Y-1.488 Z19.904 I1.064 J0.948
N205 X163.036 Y-3.385 Z19.748 I-1.064 J-0.948
N210 X165.164 Y-1.488 Z19.592 I1.064 J0.948
N215 X163.036 Y-3.385 Z19.435 I-1.064 J-0.948
N220 X165.164 Y-1.488 Z19.279 I1.064 J0.948
```

```
N225 X163.036 Y-3.385 Z19.123 I-1.064 J-0.948
N230 X165.164 Y-1.488 Z18.966 I1.064 J0.948
N235 X163.036 Y-3.385 Z18.81 I-1.064 J-0.948
N240 X165.164 Y-1.488 Z18.654 I1.064 J0.948
N245 X163.036 Y-3.385 Z18.497 I-1.064 J-0.948
N250 X165.164 Y-1.488 Z18.341 I1.064 J0.948
N255 X163.036 Y-3.385 Z18.185 I-1.064 J-0.948
N260 X165.164 Y-1.488 Z18.028 I1.064 J0.948
N265 X163.036 Y-3.385 Z17.872 I-1.064 J-0.948
N270 X165.164 Y-1.488 Z17.716 I1.064 J0.948
N275 X163.036 Y-3.385 Z17.559 I-1.064 J-0.948
N280 X165.164 Y-1.488 Z17.403 I1.064 J0.948
N285 X163.036 Y-3.385 Z17.247 I-1.064 J-0.948
N290 X165.164 Y-1.488 Z17.09 I1.064 J0.948
N295 X163.036 Y-3.385 Z16.934 I-1.064 J-0.948
N300 X165.164 Y-1.488 Z16.778 I1.064 J0.948
N305 X163.036 Y-3.385 Z16.621 I-1.064 J-0.948
N310 X165.164 Y-1.488 Z16.465 I1.064 J0.948
N315 X163.036 Y-3.385 Z16.309 I-1.064 J-0.948
N320 X165.164 Y-1.488 Z16.152 I1.064 J0.948
N325 X163.036 Y-3.385 Z15.996 I-1.064 J-0.948
N330 X165.164 Y-1.488 Z15.84 I1.064 J0.948
N335 X163.036 Y-3.385 Z15.683 I-1.064 J-0.948
N340 X165.164 Y-1.488 Z15.527 I1.064 J0.948
N345 X163.036 Y-3.385 Z15.371 I-1.064 J-0.948
N350 X165.164 Y-1.488 Z15.214 I1.064 J0.948
N355 X164.1 Y-3.862 Z15.1 I-1.064 J-0.948
N360 X163.025 Y-2.787 J1.075
N365 G01 Y-0.862
N370 G02 X165.175 I1.075
N375 X164.1 Y-1.937 I-1.075
N380 G01 X128.1 F3000.
N385 G02 Y0.213 J1.075
N390 G01 X164.1
N395 G02 Y-1.937 J-1.075
N400 G03 X161.907 Y-3.399 J-2.377
N405 G02 X159.713 Y-4.862 I-2.194 J0.914
N410 G01 X128.1
N415 G02 Y3.138 J4.
N420 G01 X164.1
N425 G02 Y-4.862 J-4.
N430 G01 X159.713
N435 G00 Z36.
N440 X38.362 Y-0.536
N445 Z26.
N450 G01 Z23.8 F1500.
N455 X38.363 Y-0.575 Z23.653
N460 X38.359 Y-0.68 Z23.544
N465 X38.341 Y-0.825 Z23.5
N470 G02 X35.535 Y-0.325 Z23.344 I-1.403 J0.25
N475 X38.341 Y-0.825 Z23.187 I1.403 J-0.25
N480 X35.535 Y-0.325 Z23.031 I-1.403 J0.25
N485 X38.341 Y-0.825 Z22.875 I1.403 J-0.25
```

```
N490 X35.535 Y-0.325 Z22.718 I-1.403 J0.25
N495 X38.341 Y-0.825 Z22.562 I1.403 J-0.25
N500 X35.535 Y-0.325 Z22.406 I-1.403 J0.25
N505 X38.341 Y-0.825 Z22.249 I1.403 J-0.25
N510 X35.535 Y-0.325 Z22.093 I-1.403 J0.25
N515 X38.341 Y-0.825 Z21.937 I1.403 J-0.25
N520 X35.535 Y-0.325 Z21.78 I-1.403 J0.25
N525 X38.341 Y-0.825 Z21.624 I1.403 J-0.25
N530 X35.535 Y-0.325 Z21.468 I-1.403 J0.25
N535 X38.341 Y-0.825 Z21.311 I1.403 J-0.25
N540 X35.535 Y-0.325 Z21.155 I-1.403 J0.25
N545 X38.341 Y-0.825 Z20.999 I1.403 J-0.25
N550 X35.535 Y-0.325 Z20.842 I-1.403 J0.25
N555 X38.341 Y-0.825 Z20.686 I1.403 J-0.25
N560 X35.535 Y-0.325 Z20.53 I-1.403 J0.25
N565 X38.341 Y-0.825 Z20.373 I1.403 J-0.25
N570 X35.535 Y-0.325 Z20.217 I-1.403 J0.25
N575 X38.341 Y-0.825 Z20.061 I1.403 J-0.25
N580 X35.535 Y-0.325 Z19.904 I-1.403 J0.25
N585 X38.341 Y-0.825 Z19.748 I1.403 J-0.25
N590 X35.535 Y-0.325 Z19.592 I-1.403 J0.25
N595 X38.341 Y-0.825 Z19.435 I1.403 J-0.25
N600 X35.535 Y-0.325 Z19.279 I-1.403 J0.25
N605 X38.341 Y-0.825 Z19.123 I1.403 J-0.25
N610 X35.535 Y-0.325 Z18.966 I-1.403 J0.25
N615 X38.341 Y-0.825 Z18.81 I1.403 J-0.25
N620 X35.535 Y-0.325 Z18.654 I-1.403 J0.25
N625 X38.341 Y-0.825 Z18.497 I1.403 J-0.25
N630 X35.535 Y-0.325 Z18.341 I-1.403 J0.25
N635 X38.341 Y-0.825 Z18.185 I1.403 J-0.25
N640 X35.535 Y-0.325 Z18.028 I-1.403 J0.25
N645 X38.341 Y-0.825 Z17.872 I1.403 J-0.25
N650 X35.535 Y-0.325 Z17.716 I-1.403 J0.25
N655 X38.341 Y-0.825 Z17.559 I1.403 J-0.25
N660 X35.535 Y-0.325 Z17.403 I-1.403 J0.25
N665 X38.341 Y-0.825 Z17.247 I1.403 J-0.25
N670 X35.535 Y-0.325 Z17.09 I-1.403 J0.25
N675 X38.341 Y-0.825 Z16.934 I1.403 J-0.25
N680 X35.535 Y-0.325 Z16.778 I-1.403 J0.25
N685 X38.341 Y-0.825 Z16.621 I1.403 J-0.25
N690 X35.535 Y-0.325 Z16.465 I-1.403 J0.25
N695 X38.341 Y-0.825 Z16.309 I1.403 J-0.25
N700 X35.535 Y-0.325 Z16.152 I-1.403 J0.25
N705 X38.341 Y-0.825 Z15.996 I1.403 J-0.25
N710 X35.535 Y-0.325 Z15.84 I-1.403 J0.25
N715 X38.341 Y-0.825 Z15.683 I1.403 J-0.25
N720 X35.535 Y-0.325 Z15.527 I-1.403 J0.25
N725 X38.341 Y-0.825 Z15.371 I1.403 J-0.25
N730 X35.535 Y-0.325 Z15.214 I-1.403 J0.25
N735 X38.341 Y-0.825 Z15.058 I1.403 J-0.25
N740 X35.535 Y-0.325 Z14.902 I-1.403 J0.25
N745 X38.341 Y-0.825 Z14.745 I1.403 J-0.25
N750 X35.535 Y-0.325 Z14.589 I-1.403 J0.25
```

```
N755 X38.341 Y-0.825 Z14.433 I1.403 J-0.25
N760 X35.535 Y-0.325 Z14.276 I-1.403 J0.25
N765 X38.341 Y-0.825 Z14.12 I1.403 J-0.25
N770 X35.535 Y-0.325 Z13.964 I-1.403 J0.25
N775 X38.341 Y-0.825 Z13.807 I1.403 J-0.25
N780 X35.535 Y-0.325 Z13.651 I-1.403 J0.25
N785 X38.341 Y-0.825 Z13.495 I1.403 J-0.25
N790 X35.535 Y-0.325 Z13.338 I-1.403 J0.25
N795 X38.341 Y-0.825 Z13.182 I1.403 J-0.25
N800 X35.535 Y-0.325 Z13.026 I-1.403 J0.25
N805 X38.341 Y-0.825 Z12.869 I1.403 J-0.25
N810 X36.938 Y-2. Z12.8 I-1.403 J0.25
N815 Y-1.038 J0.481
N820 G03 Y-0.075 J0.481
N825 G01 X11.234 F3000.
N830 X11.201 Y-0.068
N835 X11.175 Y-0.047
N840 X11.161 Y-0.017
N845 Y0.017
N850 X11.175 Y0.047
N855 X11.201 Y0.068
N860 X11.234 Y0.075
N865 X36.938
N870 X36.971 Y0.068
N875 X36.997 Y0.047
N880 X37.011 Y0.017
N885 Y-0.017
N890 X36.997 Y-0.047
N895 X36.971 Y-0.068
N900 X36.938 Y-0.075
N905 G03 X34.744 Y-1.538 J-2.377
N910 G02 X32.55 Y-3. I-2.194 J0.914
N915 G01 X11.234
N920 G02 Y3. J3.
N925 G01 X36.938
N930 G02 Y-3. J-3.
N935 G01 X32.55
N940 G00 Z36.
N945 M05
N950 G28 G91 Z0.
N955 G90
N960 G49
(Phay tinh)
N965 M09
N970 T02 M06
N980 S5000 M03
N985 G54
N990 M08
N995 G00 X162.163 Y-2.802
N1000 G43 Z36. H04
N1005 G00 Z26.
N1010 G01 Z24. F333.
N1015 X162.184 Y-2.832 Z23.812
```

```
N1020 X162.247 Y-2.914 Z23.652
N1025 X162.349 Y-3.033 Z23.543
N1030 X162.48 Y-3.165 Z23.5
N1035 G03 X165.721 Y0.307 Z23.239 I1.621 J1.736
N1040 X162.48 Y-3.165 Z22.979 I-1.621 J-1.736
N1045 X165.721 Y0.307 Z22.718 I1.621 J1.736
N1050 X162.48 Y-3.165 Z22.458 I-1.621 J-1.736
N1055 X165.721 Y0.307 Z22.197 I1.621 J1.736
N1060 X162.48 Y-3.165 Z21.937 I-1.621 J-1.736
N1065 X165.721 Y0.307 Z21.676 I1.621 J1.736
N1070 X162.48 Y-3.165 Z21.416 I-1.621 J-1.736
N1075 X165.721 Y0.307 Z21.155 I1.621 J1.736
N1080 X162.48 Y-3.165 Z20.894 I-1.621 J-1.736
N1085 X165.721 Y0.307 Z20.634 I1.621 J1.736
N1090 X162.48 Y-3.165 Z20.373 I-1.621 J-1.736
N1095 X165.721 Y0.307 Z20.113 I1.621 J1.736
N1100 X162.48 Y-3.165 Z19.852 I-1.621 J-1.736
N1105 X165.721 Y0.307 Z19.592 I1.621 J1.736
N1110 X162.48 Y-3.165 Z19.331 I-1.621 J-1.736
N1115 X165.721 Y0.307 Z19.071 I1.621 J1.736
N1120 X162.48 Y-3.165 Z18.81 I-1.621 J-1.736
N1125 X165.721 Y0.307 Z18.549 I1.621 J1.736
N1130 X162.48 Y-3.165 Z18.289 I-1.621 J-1.736
N1135 X165.721 Y0.307 Z18.028 I1.621 J1.736
N1140 X162.48 Y-3.165 Z17.768 I-1.621 J-1.736
N1145 X165.721 Y0.307 Z17.507 I1.621 J1.736
N1150 X162.48 Y-3.165 Z17.247 I-1.621 J-1.736
N1155 X165.721 Y0.307 Z16.986 I1.621 J1.736
N1160 X162.48 Y-3.165 Z16.726 I-1.621 J-1.736
N1165 X165.721 Y0.307 Z16.465 I1.621 J1.736
N1170 X162.48 Y-3.165 Z16.204 I-1.621 J-1.736
N1175 X165.721 Y0.307 Z15.944 I1.621 J1.736
N1180 X162.48 Y-3.165 Z15.683 I-1.621 J-1.736
N1185 X165.721 Y0.307 Z15.423 I1.621 J1.736
N1190 X162.48 Y-3.165 Z15.162 I-1.621 J-1.736
N1195 X164.1 Y-3.804 Z15.1 I1.621 J1.736
N1200 Y-0.755 J1.524
N1205 G01 X128.1 F600.
N1210 X128.064 Y-0.762
N1215 X128.032 Y-0.78
N1220 X128.008 Y-0.808
N1225 X127.996 Y-0.843
N1230 Y-0.88
N1235 X128.008 Y-0.915
N1240 X128.032 Y-0.943
N1245 X128.064 Y-0.961
N1250 X128.1 Y-0.968
N1255 X164.1
N1260 X164.137 Y-0.961
N1265 X164.169 Y-0.943
N1270 X164.192 Y-0.915
N1275 X164.205 Y-0.88
N1280 Y-0.843
```

```
N1285 X164.192 Y-0.808
N1290 X164.169 Y-0.78
N1295 X164.137 Y-0.762
N1300 X164.1 Y-0.755
N1305 G02 X161.93 Y0.692 J2.351
N1310 G03 X159.76 Y2.138 I-2.17 J-0.904
N1315 G01 X128.1
N1320 G03 Y-3.862 J-3.
N1325 G01 X164.1
N1330 G03 Y2.138 J3.
N1335 G01 X159.76
N1340 X159.696 Y2.134 Z15.113
N1345 X159.633 Y2.122 Z15.125
N1350 X159.573 Y2.102 Z15.138
N1355 X159.501 Y2.066 Z15.192
N1360 X159.435 Y2.019 Z15.246
N1365 X159.396 Y1.981 Z15.328
N1370 X159.361 Y1.94 Z15.409
N1375 X159.339 Y1.909 Z15.6
N1380 G00 Z36.
N1385 X12.18 Y-1.762
N1390 Z26.
N1395 G01 Z24. F333.
N1400 X12.212 Y-1.744 Z23.812
N1405 X12.301 Y-1.691 Z23.652
N1410 X12.43 Y-1.603 Z23.543
N1415 X12.503 Y-1.546 Z23.521
N1420 X12.574 Y-1.485 Z23.5
N1425 G03 X9.894 Y1.485 Z23.281 I-1.34 J1.485
N1430 X12.574 Y-1.485 Z23.061 I1.34 J-1.485
N1435 X9.894 Y1.485 Z22.842 I-1.34 J1.485
N1440 X12.574 Y-1.485 Z22.622 I1.34 J-1.485
N1445 X9.894 Y1.485 Z22.403 I-1.34 J1.485
N1450 X12.574 Y-1.485 Z22.184 I1.34 J-1.485
N1455 X9.894 Y1.485 Z21.964 I-1.34 J1.485
N1460 X12.574 Y-1.485 Z21.745 I1.34 J-1.485
N1465 X9.894 Y1.485 Z21.525 I-1.34 J1.485
N1470 X12.574 Y-1.485 Z21.306 I1.34 J-1.485
N1475 X9.894 Y1.485 Z21.086 I-1.34 J1.485
N1480 X12.574 Y-1.485 Z20.867 I1.34 J-1.485
N1485 X9.894 Y1.485 Z20.648 I-1.34 J1.485
N1490 X12.574 Y-1.485 Z20.428 I1.34 J-1.485
N1495 X9.894 Y1.485 Z20.209 I-1.34 J1.485
N1500 X12.574 Y-1.485 Z19.989 I1.34 J-1.485
N1505 X9.894 Y1.485 Z19.77 I-1.34 J1.485
N1510 X12.574 Y-1.485 Z19.551 I1.34 J-1.485
N1515 X9.894 Y1.485 Z19.331 I-1.34 J1.485
N1520 X12.574 Y-1.485 Z19.112 I1.34 J-1.485
N1525 X9.894 Y1.485 Z18.892 I-1.34 J1.485
N1530 X12.574 Y-1.485 Z18.673 I1.34 J-1.485
N1535 X9.894 Y1.485 Z18.453 I-1.34 J1.485
N1540 X12.574 Y-1.485 Z18.234 I1.34 J-1.485
N1545 X9.894 Y1.485 Z18.015 I-1.34 J1.485
```

```
N1550 X12.574 Y-1.485 Z17.795 I1.34 J-1.485
N1555 X9.894 Y1.485 Z17.576 I-1.34 J1.485
N1560 X12.574 Y-1.485 Z17.356 I1.34 J-1.485
N1565 X9.894 Y1.485 Z17.137 I-1.34 J1.485
N1570 X12.574 Y-1.485 Z16.918 I1.34 J-1.485
N1575 X9.894 Y1.485 Z16.698 I-1.34 J1.485
N1580 X12.574 Y-1.485 Z16.479 I1.34 J-1.485
N1585 X9.894 Y1.485 Z16.259 I-1.34 J1.485
N1590 X12.574 Y-1.485 Z16.04 I1.34 J-1.485
N1595 X9.894 Y1.485 Z15.821 I-1.34 J1.485
N1600 X12.574 Y-1.485 Z15.601 I1.34 J-1.485
N1605 X9.894 Y1.485 Z15.382 I-1.34 J1.485
N1610 X12.574 Y-1.485 Z15.162 I1.34 J-1.485
N1615 X9.894 Y1.485 Z14.943 I-1.34 J1.485
N1620 X12.574 Y-1.485 Z14.723 I1.34 J-1.485
N1625 X9.894 Y1.485 Z14.504 I-1.34 J1.485
N1630 X12.574 Y-1.485 Z14.285 I1.34 J-1.485
N1635 X9.894 Y1.485 Z14.065 I-1.34 J1.485
N1640 X12.574 Y-1.485 Z13.846 I1.34 J-1.485
N1645 X9.894 Y1.485 Z13.626 I-1.34 J1.485
N1650 X12.574 Y-1.485 Z13.407 I1.34 J-1.485
N1655 X9.894 Y1.485 Z13.188 I-1.34 J1.485
N1660 X12.574 Y-1.485 Z12.968 I1.34 J-1.485
N1665 X11.234 Y2. Z12.8 I-1.34 J1.485
N1670 Y-2. J-2. F600.
N1675 G01 X36.938
N1680 G03 Y2. J2.
N1685 G01 X11.234
N1690 X11.17 Y1.996 Z12.813
N1695 X11.108 Y1.984 Z12.825
N1700 X11.047 Y1.964 Z12.838
N1705 X10.975 Y1.928 Z12.892
N1710 X10.909 Y1.88 Z12.946
N1715 X10.87 Y1.843 Z13.028
N1720 X10.835 Y1.801 Z13.109
N1725 X10.813 Y1.77 Z13.3
N1730 G00 Z36.

N1735 M05
N1740 M09
N1745 G28 G91 Z0.
N1750 G90
N1755 G49
N1760 G28 G91 X0. Y0.
N1765 G90
N1770 M30
```

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1].Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lẫm, “Thiết kế chi tiết máy”, NXB Giáo dục, 1999

[2]Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí – Tập 1 – Trịnh Chất – Lê Văn Uyển

[3] Trần Văn Địch, “Công nghệ chế tạo máy”, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội, 2008

[4] http://www.mitsubishicarbide.com/en/download/catalog_top/catalog . Truy cập lần cuối ngày 23/5/2023. C009B_D_SAMLL TOOLS (mitsubishicarbide.com) . Truy cập lần cuối ngày 3/5/2022.

[5] http://www.mitsubishicarbide.com/en/technical_information . Truy cập lần cuối ngày 23/5/2023.

[6] http://www.mitsubishicarbide.com/application/files/2015/7553/3533/catalog_c009b_f_grooving. pdf.pdf . Truy cập lần cuối ngày 9/5/2023.