

QUY TRÌNH TÍNH TOÁN VÀ HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM LỰA CHỌN CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN MITCalc

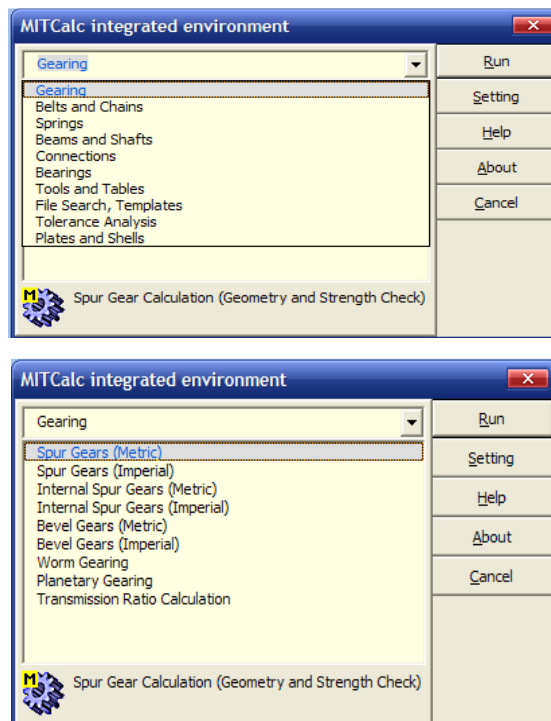
Chương này giới thiệu quy trình thiết kế lựa chọn các chi tiết máy tiêu chuẩn dạng sơ đồ và tính trên MITCalc. Mỗi chi tiết được tiêu chuẩn ở các thông số khác nhau, tuy nhiên, quy trình lựa chọn chi tiết khác nhau trong một số trường hợp sẽ tương tự nhau. Để thực hiện được phương pháp thiết kế lựa chọn một cách nhanh chóng, hiệu quả, ta có thể kết hợp với phần mềm ứng dụng về tra cứu, tính toán.

Hiện nay, ở Việt Nam và Thế giới có khá nhiều phần mềm tính toán, tra cứu thông số chi tiết máy. Ví dụ: phần mềm tra cứu thép hình (Việt Nam), phần mềm tra cứu ổ lăn (SKF), phần mềm tính toán chi tiết máy, MITCalc hoặc phần tính toán được đặt trong tiện ích của các phần mềm thiết kế như Autodesk Inventor... Trong đó, phần mềm MITCalc tính toán thiết kế được hầu hết các chi tiết máy thông dụng, các dữ liệu của phần mềm cũng dựa trên cơ sở dữ liệu của các tiêu chuẩn thông dụng như ISO, DIN, ASTM, ANSI, JIS,... Vì vậy, ta sẽ xây dựng quy trình lựa chọn các chi tiết máy tiêu chuẩn dựa vào phần mềm tính toán chi tiết máy MITCalc 1.5.

MITCalc (Mechanical, Industrial and Technical Calculations) là một hệ thống thiết kế mở trong Microsoft Excel do công ty **Ing. Miroslav Petele, Cộng hòa Séc** thực hiện. **MITCalc** gồm cả tính toán thiết kế và kiểm nghiệm cho nhiều chi tiết máy khác nhau như: bánh răng, đai, xích, ổ trục, chi tiết ghép trục, chốt ... Phần mềm này có độ tin cậy, độ chính xác cao và trên hết là ứng dụng hữu ích cho quá trình thiết kế chi tiết, giải quyết một vấn đề kỹ thuật hoặc tính toán một nội dung cơ khí mà không cần phải có kiến thức chuyên sâu như các nhà thiết kế thông thường.

Nguyên bản cài đặt của MITCalc là tiếng Anh, vì vậy, chúng tôi đã Việt hóa nhằm giúp đỡ công việc tham khảo, sử dụng được dễ dàng, nhanh chóng hơn.

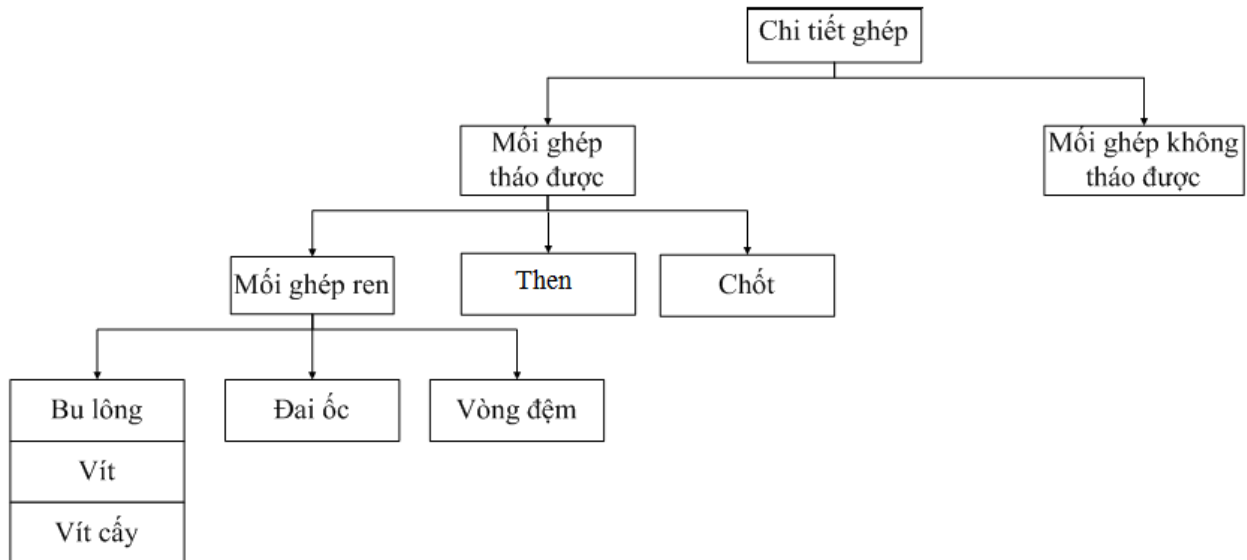
Giao diện lựa chọn chức năng của phần mềm MITCalc 1.5.



Quy trình thiết kế lựa chọn các chi tiết tiêu chuẩn được phân làm 2 phần:

- Phần 1: Sơ đồ quy trình và giải thích các bước trong quy trình
- Phần 2: Ứng dụng phần mềm MITCalc thực hiện các bước thiết kế lựa chọn

1 Quy trình thiết kế lựa chọn chi tiết ghép



Hình 1 Chi tiết ghép tiêu chuẩn trong MITCalc

1.1. Quy trình lựa chọn các chi tiết trong mối ghép ren

Các chi tiết trong mối ghép ren có mối liên hệ về hình dạng, kích thước ren, đường kính lắp ghép giữa trục và lỗ. Vì vậy, các chi tiết này được lựa chọn trong một quy trình. Các thông số được tiêu chuẩn hóa trong nhóm chi tiết này là: Dạng ren, đường kính ren, bước ren.

Quy trình lựa chọn các chi tiết trong mối ghép ren được thực hiện như sau:

Bước 1: Lựa chọn loại bulông

Người thiết kế sẽ dựa vào các yêu cầu về hình dạng bên ngoài của tấm ghép mà quyết định sử dụng bulông, vít hay vít cấy.

Theo tiêu chuẩn ISO 1891-2009 quy định hình dạng và tên loại các loại bulông, và các chi tiết hỗ trợ, tiêu chuẩn ISO 225-2010 quy định các ký hiệu của thông số hình học các loại bulông.

Bước 2: Lựa chọn vật liệu(cấp bền) của bulông

Sau khi lựa chọn loại bulông/vít/ vít cấy, người thiết kế sẽ xem xét lựa chọn cấp bền các chi tiết này dựa vào các yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Trong tiêu chuẩn ISO 898-1:2009 (bulông bằng thép), ISO 8839:1986 (Bulông bằng kim loại màu) quy định về cơ tính và lý tính của các chi tiết này. Trong quá trình lựa chọn, người thiết kế sẽ lựa chọn những chi tiết có cơ tính thỏa mãn yêu cầu đặt ra. Thông thường, người thiết kế sẽ xác định vật liệu chế tạo bulông và sau đó sẽ tra cơ tính theo tiêu chuẩn thích hợp.

Giải thích thêm về ký hiệu của các cấp bền bulông/ vít/ vít cấy: Độ bền của các chi tiết trên làm bằng thép theo tiêu chuẩn ISO được thể hiện qua các con số trên ký hiệu của chúng. Ký hiệu bao gồm hai chữ số được cách nhau bằng dấu chấm. Chữ số bên trái của dấu chấm khi nhân thêm 100 chính là giá trị của độ bền kéo theo đơn vị MPa trong khi con số bên phải là 1/10 của tỷ số giữa độ bền kéo và giới hạn chảy .

Sau khi lựa chọn kích thước ren, người thiết kế sẽ xác định các kích thước chi tiết dựa vào các tiêu chuẩn của loại bulông/ vít/ vít cấy được chọn.

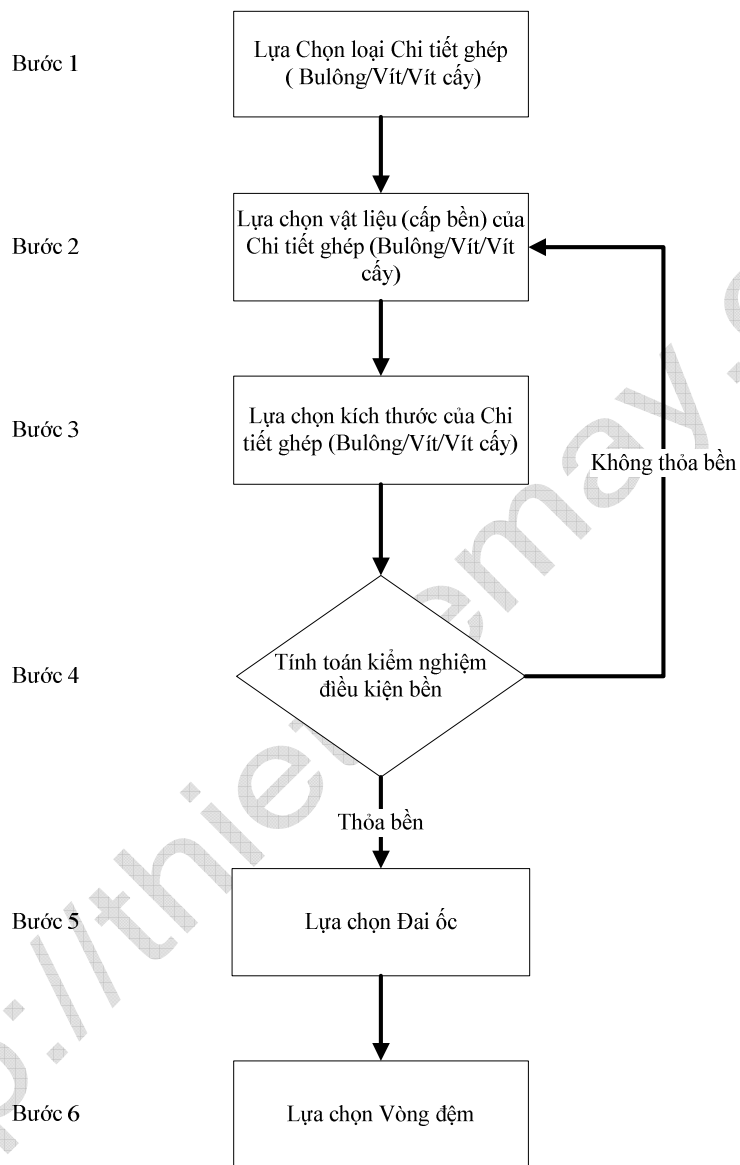
Sau khi xác định chi tiết cụ thể, người thiết kế sẽ phải tiến hành kiểm nghiệm lại các ứng suất sinh ra và so sánh với ứng suất cho phép.

Trong bước này, chúng ta có thể sử dụng các phần mềm thiết kế chi tiết máy để tự động tính toán kiểm nghiệm.

Bước 5: Lựa chọn đai ốc

Đai ốc là chi tiết kết hợp với bulông để lắp ghép mối ghép cố định tháo rời được. Việc lựa chọn đai ốc cũng khá quan trọng trong kết cấu ghép bằng ren.

Thông thường, việc lựa chọn đai ốc sẽ được thực hiện cùng với lựa chọn bulông. Đai ốc và bulông có cùng dạng ren, đường kính ren, bước ren... mới lắp ghép với nhau được.



Hình 2 Quy trình lựa chọn các chi tiết mối ghép bằng ren

Việc lựa chọn đai ốc cụ thể là ở hình dạng của nó, tùy vào điều kiện làm việc, hình dạng bộ phận máy sau khi ghép mà ta có thể chọn hình dạng đai ốc thích hợp. Ví dụ: đai ốc lục giác, đai ốc vuông, đai ốc có cánh...

Để thực hiện việc lựa chọn đai ốc tiêu chuẩn, người thiết kế tham khảo tiêu chuẩn ISO 1891-2009 để lựa chọn đai ốc đã tiêu chuẩn hóa.

Đai ốc sẽ chịu lực xiết khi lắp với bulông, tiêu chuẩn ISO 2320-2008 qui định lực xiết và moment xoắn ứng với đường kính ren của các nhóm đai ốc.

Về cơ tính, để mỗi ghép đạt hiệu quả, cơ tính của bulông và đai ốc phải tương đương nhau. Bảng sau cung cấp cho người thiết kế ký hiệu nhóm đai ốc và sự kết hợp của bulông và đai ốc có cơ tính tương đương.

Ký hiệu nhóm đai ốc là một chữ số bằng $1/100$ của tải trọng cho phép.

Ví dụ: nhóm 4 nghĩa là tải trọng cho phép là $4 \times 100 = 400$ MPa

Các tính chất cụ thể của từng loại đai ốc, ta có thể tham khảo tiêu chuẩn ISO 898-2:1992.

Bước 6: Lựa chọn vòng đệm

Vòng đệm là vòng thép mỏng đặt giữa đai ốc và chi tiết ghép, dùng để bảo vệ bề mặt chi tiết ghép, đồng thời làm tăng diện tích tiếp xúc của bề mặt chi tiết ghép với đai ốc. Vòng đệm có nhiều loại, phẳng vênh hoặc các hình dáng khác... Việc lựa chọn vòng đệm sẽ phụ thuộc vào đường kính bulông và yêu cầu kỹ thuật. Hiện nay, chỉ có vòng đệm phẳng được tổ chức ISO tiêu chuẩn hóa. Vì vậy, trong phần này sẽ chỉ trình bày quy trình lựa chọn vòng đệm phẳng.

Bảng 1 Hướng dẫn sự kết hợp bulông/vít/vít cấy với đai ốc

Ký hiệu nhóm đai ốc làm bằng thép									
Nhóm	4	5	6	8	10	12			

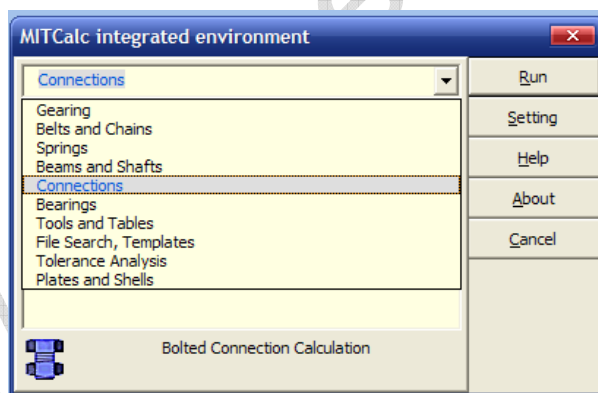
Tải trọng cho phép, MPa	400	500	600	800	1000	1200			
Kết hợp Bulông/ Vít/ vít cây và đai ốc bằng thép									
Nhóm Bulông	3.6	4.6	4.8	5.6	6.8	8.8	10.9	12.9	(14.9)
Nhóm đai ốc khuyên dùng	4	4	4	5	6	8	10	12	14

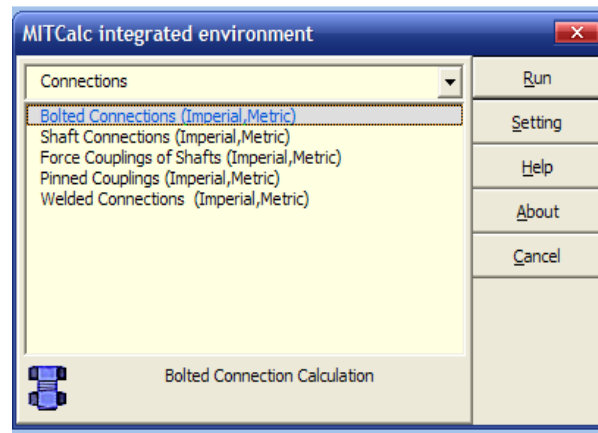
Ghi chú: Có thể sử dụng nhóm đai ốc cao hơn so với nhóm bulông

Theo tiêu chuẩn ISO 10644:2009, kích thước vòng đệm lắp với chi tiết có ren sẽ phụ thuộc vào đường kính ren. Sau khi lựa chọn được chi tiết ren (bulông, vít, đai ốc), ta sẽ sử dụng tiêu chuẩn trên để lựa chọn vòng đệm cho thích hợp.

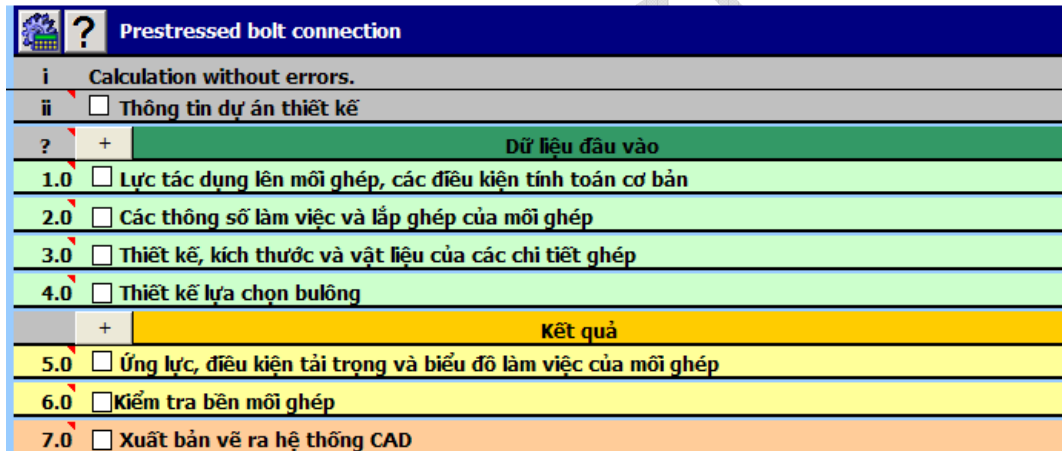
QUY TRÌNH LỰA CHỌN CÁC CHI TIẾT GHÉP BẰNG REN (BULÔNG/VÍT/VÍT CÂY, ĐAI ỐC, VÒNG ĐỆM) TRÊN PHẦN MỀM MITCALC 1.5

Chọn chức năng thiết kế mỗi ghép ren:

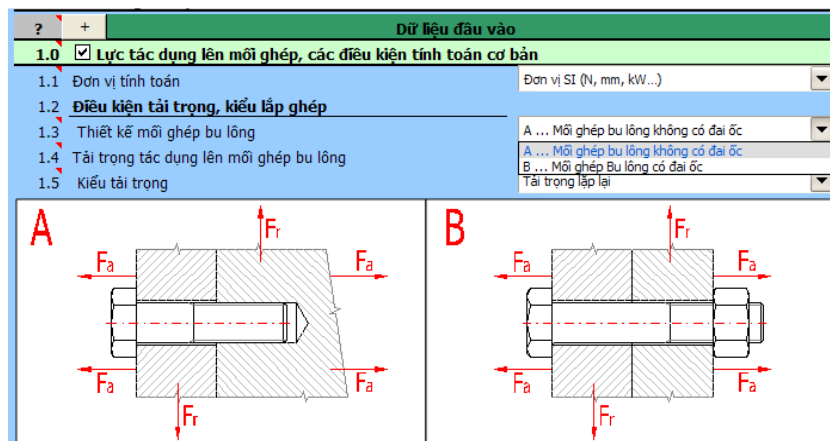




Giao diện của môđun thiết kế môi ghép bulông:

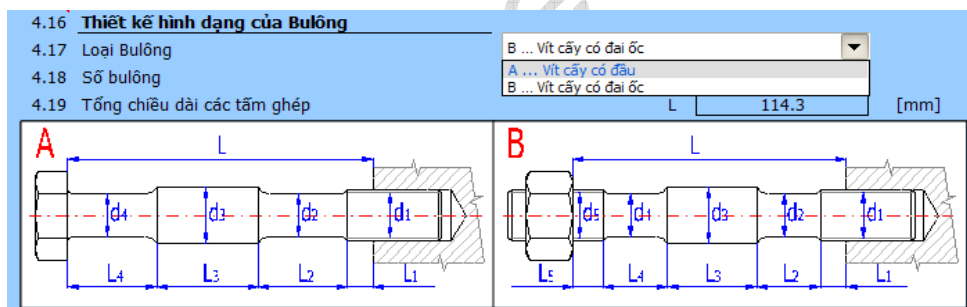


Bước 1: Lựa chọn loại chi tiết ghép

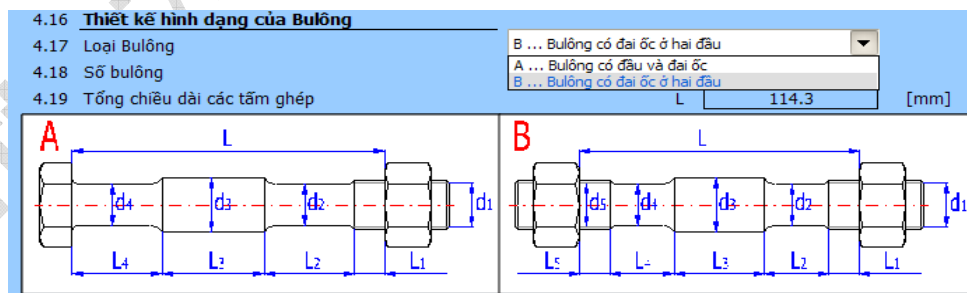


Ghi chú: + Môi ghép bulông không có đai ốc : Vít cây
 + Môi ghép bulông có đai ốc: Bulông hoặc Vít

Vít cây có 2 loại:



Bulông có 2 loại:



Bước 2: Lựa chọn vật liệu (Cấp bền) của chi tiết ghép

4.0 **Thiết kế lựa chọn bulông**

4.1 Chọn sơ bộ đường kính bulông nhỏ nhất

	ISO 3.6	ISO 4.8	ISO 5.8	ISO 6.8	ISO 8.8	ISO 9.8	ISO 10.9	ISO 12.9
MC	M14	M10	M10	M8	M8	M8	M6	M6
MF	M12	M10	M8	M8	M8	M8	M8	M8
UNC	1/2	7/16	3/8	3/8	5/16	5/16	1/4	1/4
UNF	1/2	3/8	3/8	5/16	5/16	1/4	1/4	12 (0.216)
UNEF	1/2	3/8	5/16	5/16	5/16	1/4	1/4	12 (0.216)

4.2 Vật liệu làm Bulông

4.3 Cấp bền của Bulông

4.4 Hệ số Môđun đàn hồi

4.5 Giới hạn bền kéo

4.6 Giới hạn chảy

4.7 Hệ số giãn nở nhiệt

4.8 Khối lượng riêng

	ISO 3.6	ISO
E	206000	ISO
S_u	330	SAE
S_y	190	ASTM
α	11.5	[MPa]
ρ	7830	[10 ⁻⁶ /°C]
		[kg/m ³]

Calculation Material Tables Options Data DXF Dictionary

Ghi chú: Có 3 tiêu chuẩn vật liệu là ISO, SAE và ASTM, ta chọn ISO. Sau đó, ta chọn cấp bền của bulông theo ISO:

4.0 **Thiết kế lựa chọn bulông**

4.1 Chọn sơ bộ đường kính bulông nhỏ nhất

	ISO 3.6	ISO 4.8	ISO 5.8	ISO 6.8	ISO 8.8	ISO 12.9
MC	M14	M10	M10	M8	M8	M6
MF	M12	M10	M8	M8	M8	M8
UNC	1/2	7/16	3/8	3/8	5/16	1/4
UNF	1/2	3/8	3/8	5/16	5/16	12 (0.216)
UNEF	1/2	3/8	5/16	5/16	5/16	12 (0.216)

4.2 Vật liệu làm Bulông

4.3 Cấp bền của Bulông

4.4 Hệ số Môđun đàn hồi

4.5 Giới hạn bền kéo

4.6 Giới hạn chảy

4.7 Hệ số giãn nở nhiệt

4.8 Khối lượng riêng

	ISO 3.6	ISO
E	206000	[MPa]
S_u	330	[MPa]
S_y	190	[MPa]
α	11.5	[10 ⁻⁶ /°C]
ρ	7830	[kg/m ³]

Calculation Material Tables Options Data DXF Dictionary

Bước 3: Lựa chọn kích thước của chi tiết ghép

Chọn kiểu ren và bước ren:

4.10	Kiểu ren	Ren hệ Mét - Bước nhỏ	
4.11	Kích thước ren	Ren hệ Mét - Bước lớn	Design
4.12	Đường kính danh nghĩa của ren	Ren hệ Mét - Bước nhỏ	[mm]
4.13	Bước ren	Ren hệ Inch - Bước lớn	[mm]
4.14	Đường kính trong	Ren hệ Inch - Bước nhỏ	[mm]
4.15	Đường kính trung bình	Ren hệ Inch - Bước rất nhỏ	[mm]
		Kiểu ren khác	[mm]
		d_m	13.0260 [mm]

Chọn đường kính ren:

4.10	Kiểu ren	Ren hệ Mét - Bước nhỏ	
4.11	Kích thước ren	M14	Design
4.12	Đường kính danh nghĩa của ren	d	M8 [mm]
4.13	Bước ren	p	M10 [mm]
4.14	Đường kính trong	d_r	M12 [mm]
4.15	Đường kính trung bình	d_m	M14 [mm]
			M16 [mm]
			M20 [mm]
			M24 [mm]

Sau khi chọn đường kính ren, phần mềm sẽ xác định các kích thước còn lại của ren theo tiêu chuẩn ISO

4.9	Thông số ren		
4.10	Kiểu ren	Ren hệ Mét - Bước nhỏ	
4.11	Kích thước ren	M14	Design
4.12	Đường kính danh nghĩa của ren	d	14.0000 [mm]
4.13	Bước ren	p	1.5000 [mm]
4.14	Đường kính trong	d_r	12.1600 [mm]
4.15	Đường kính trung bình	d_m	13.0260 [mm]

Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm điều kiện bền

+ Nhập lực tác dụng:

Prestressed bolt connection

i Calculation without errors.

1.1 Đơn vị tính toán Đơn vị SI (N, mm, kW...)

1.2 **Điều kiện tải trọng, kiểu lắp ghép**

1.3 Thiết kế mỗi ghép bu lông B ... Mỗi ghép Bu lông có đai ốc

1.4 Tải trọng tác dụng lên mỗi ghép bu lông Lực dọc trục bu lông

1.5 Kiểu tải trọng Tải trọng lặp lại

A

Diagram A shows a cross-section of a bolted joint. A central bolt is shown with a red arrow pointing upwards labeled F_r . On either side of the bolt, there are two red arrows pointing outwards labeled F_a , representing axial forces.

B

Diagram B shows a cross-section of a bolted joint, similar to diagram A. It features a central bolt with an upward-pointing red arrow labeled F_r and two pairs of outward-pointing red arrows labeled F_a on either side.

1.6 **Tải trọng tác dụng lên mỗi ghép**

1.7 Lực dọc trục lớn nhất F_{amax} 4448.22 [N]

1.8 Lực dọc trục nhỏ nhất F_{amin} 0.00 [N]

1.9 Lực vuông góc trục bu lông F_r 0.00 [N]

Calculation Material Tables Options Data DXF Dictionary

+ Kết quả tính toán:

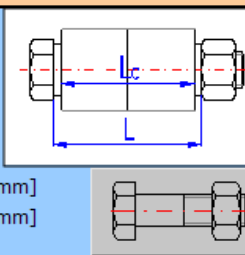
Chi tiết thỏa mãn điều kiện bên khi các giá trị của hệ số an toàn lớn hơn hệ số an toàn cho phép mà người thiết kế yêu cầu. Trong phần mềm MITCalc 1.5, giá trị không thỏa sẽ có màu đỏ.

+ Kết quả			
5.0 <input type="checkbox"/> Ứng lực, điều kiện tải trọng và biểu đồ làm việc của mỗi ghép			
6.0 <input checked="" type="checkbox"/> Kiểm tra bền mỗi ghép			
6.1 Kiểm tra bền tải trọng tĩnh của mỗi ghép Bulông			
6.2	Ứng suất kéo sinh ra trên thân bulông khi chịu tải trọng lớn	σ	76.61 [MPa]
6.3	Moment xoắn sinh ra trên thân Bulông do moment xiết	τ	29.56 [MPa]
6.4	Ứng suất uốn	σ_b	0.00 [MPa]
6.5	Ứng suất tương đương trên thân Bulông	σ_{red}	92.15 [MPa]
6.6	Giới hạn chảy của thân Bulông	S_y	190 [MPa]
6.7	Hệ số an toàn tại điểm nguy hiểm	n	2.06
6.8 Kiểm tra áp lực tại bề mặt cố định đầu bulông			
6.9	Áp lực sinh ra trên đầu bulông (Đai ốc)	p	52.44 [MPa]
6.10	Áp lực cho phép tác dụng lên biên của tấm ghép	p_A	210 [MPa]
6.11 Kiểm tra bền tải trọng động của mỗi ghép Bulông			
6.12	Lực dọc trung bình của chu kỳ	F_m	8717.45 [N]
6.13	Biên độ của chu kỳ lực trung bình	F_a	179.45 [N]
6.14	Ứng suất chu kỳ trung bình trên thân bulông	σ_m	75.06 [MPa]
6.15	Biên độ của chu kỳ ứng suất trên thân bulông	σ_a	1.55 [MPa]
6.16	Giới hạn mỏi kéo cơ sở của vật liệu chế tạo bulông	σ_e'	165 [MPa]
6.17	Giới hạn mỏi kéo của bulông	σ_e	46 [MPa]
6.18	Giới hạn mỏi kéo trong thời gian làm việc giới hạn	σ_r	46 [MPa]
6.19	Ứng suất mỏi lớn nhất trên bulông do tải trọng gây ra	σ_A	31.38 [MPa]
6.20	Hệ số an toàn động do lực kéo	n_e	20.31
6.21	Hệ số an toàn xoắn	n_z	3.71
6.22	Kết quả tính toán hệ số an toàn động	n	19.55

Bước 5, 6: Lựa chọn đai ốc và vòng đệm cho mỗi ghép

Sau khi đã lựa chọn các thông số, người thiết kế có thể biết được các kích thước còn lại của bulông/vít/vít cấy, đai ốc và vòng đệm sử dụng cùng với bulông/vít/vít cấy được chọn bằng cách xuất dữ liệu CAD

7.0 <input checked="" type="checkbox"/> Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD			
7.1	Bản vẽ 2D xuất ra dạng :	DXF File	
7.2	Thiết kế đầu bulông	Đầu lục giác	
7.3	Thiết kế đai ốc	Đai ốc lục giác	
7.4	Số vòng đệm dưới đầu bulông	0	
7.5	Số vòng đệm bên dưới đai ốc	1	
7.6	Chiều cao tính toán của các tấm ghép	L	114.3 [mm]
7.7	Chiều cao làm việc của các tấm ghép	L_c	114.300 <input checked="" type="checkbox"/> [mm]



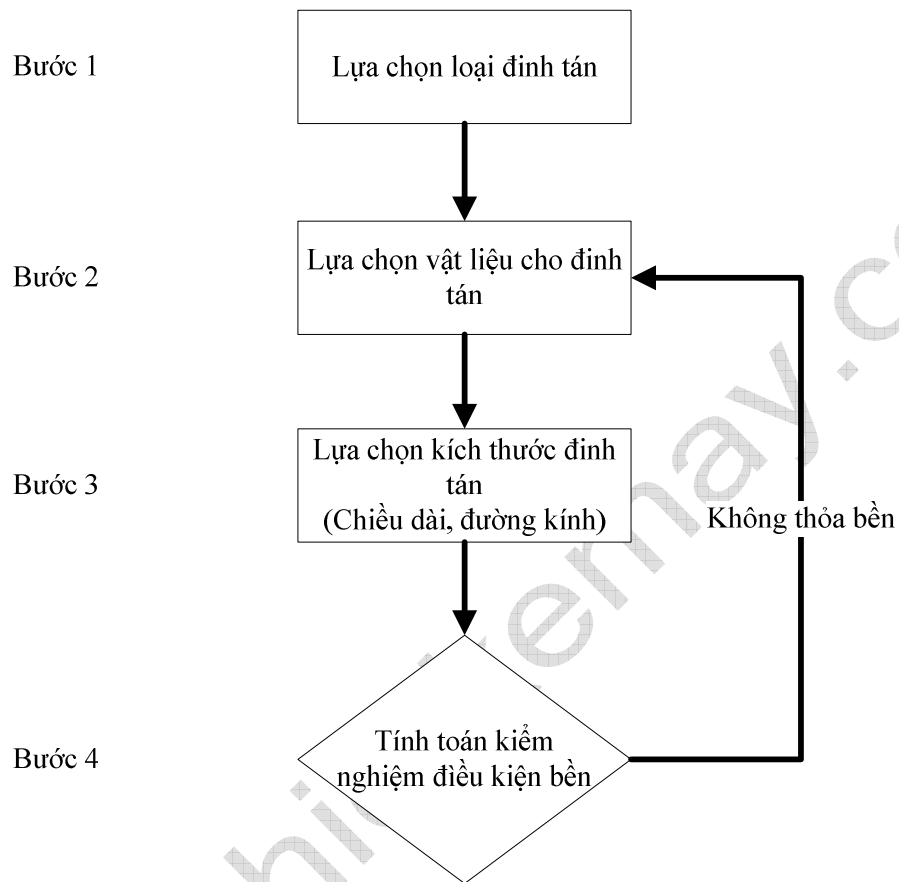
HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

1.2 Quy trình lựa chọn đinh tán

Đinh tán là một loại chi tiết dùng để ghép các vật thể với nhau. Chúng thường được sử dụng trong xây dựng và sản xuất. Để đảm bảo đinh tán được sử dụng đúng mục đích, việc lựa chọn đinh tán thích hợp là quan trọng trong quá trình thiết kế. Người thiết kế sẽ so sánh các loại đinh tán dựa vào các giá trị về độ lớn, khả năng chống ăn mòn và vật liệu làm đinh tán.

Đối với đinh tán, các thông số tiêu chuẩn gồm có:

- Hình dạng đinh tán
- Đường kính đinh tán
- Chiều dài đinh tán



Hình 3 Quy trình lựa chọn chi tiết ghép bằng đinh tán

Bước 1: Lựa chọn loại đinh tán

Việc lựa chọn loại đinh tán phụ thuộc vào khả năng chịu tải trọng và yêu cầu bề mặt lắp ghép. Nếu yêu cầu bề mặt phẳng, ta chọn đinh tán đầu chìm và nếu không yêu cầu về bề mặt, ta chọn đinh tán thường.

Bước 2: Lựa chọn vật liệu cho đinh tán

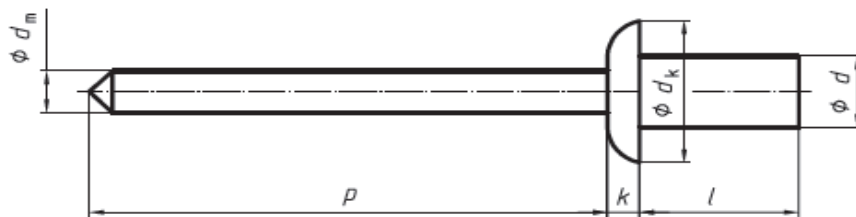
Lựa chọn đinh tán được làm bằng vật liệu cùng với vật liệu của vật cần lắp ghép. Ví dụ, nếu bạn lắp ghép hai tấm thép với nhau, bạn hãy dùng một đinh tán bằng thép. Cố gắng tìm một

đinh tán làm bằng hợp kim tương tự nếu có thể. Nếu bạn chọn một đinh tán sử dụng cho vật bằng nhôm, bạn hãy chọn một đinh tán làm bằng hợp kim nhôm.

Theo ISO, đinh tán sử dụng trong cơ khí và xây dựng thường làm bằng thép cacbon thấp. Đối với ứng dụng về trọng lượng, ăn mòn hoặc sự thống nhất vật liệu, đinh tán có thể làm bằng đồng (+hợp kim), nhôm (+Hợp kim),..

Bước 3: Chọn chiều dài cho đinh tán

Theo tiêu chuẩn về đinh tán, chiều dài của đinh tán (ký hiệu là l) được đo từ cạnh dưới của đầu đến đỉnh của thân đinh tán. Ví dụ: Ký hiệu kích thước của đinh tán theo tiêu chuẩn ISO 15973:2000.



Hình 4 Hình dạng đinh tán

Chiều dài của đinh tán nên bằng chiều dày của hai vật thể bạn sẽ ghép cộng 1.5 lần đường kính của thân đinh tán. Ví dụ: Một đinh tán có đường kính 4mm sẽ được sử dụng ghép hai tấm phẳng dày 2mm sẽ có chiều dài là : $l = 2 \times 2 + 4 \times 1.5 = 10\text{mm}$.

Bước 4: Lựa chọn đường kính của đinh tán

Đinh tán phải ghép kín với lỗ lắp ghép. Bởi vì các lỗ này được khoan trước nên việc lựa chọn đinh tán có cùng đường kính với lỗ là quan trọng. Một đinh tán quá lớn sẽ không lắp ghép được, trong khi một đinh tán quá nhỏ sẽ không lắp ghép an toàn.

Theo tiêu chuẩn ISO 1051:1999, đường kính danh nghĩa tiêu chuẩn của đinh tán là:

Lựa chọn 1: 1, 1.2, 1.6, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30,36

Lựa chọn 2: 1.4, 3.5, 7, 14, 18, 22, 27, 33

Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm đỉnh tán theo điều kiện bền

Kiểm nghiệm theo độ bền cắt và dập.

1.3 Quy trình lựa chọn chốt định vị

Việc lựa chọn chốt định vị phụ thuộc vào công dụng, đường kính lỗ, vị trí đặt chốt. Người thiết kế có thể lựa chọn loại chốt, sau đó tham khảo các kích thước, ký hiệu, vật liệu theo các tiêu chuẩn ISO tương ứng.

Các thông số tiêu chuẩn của chốt định vị gồm có: Hình dạng chốt, đường kính chốt và chiều dài chốt

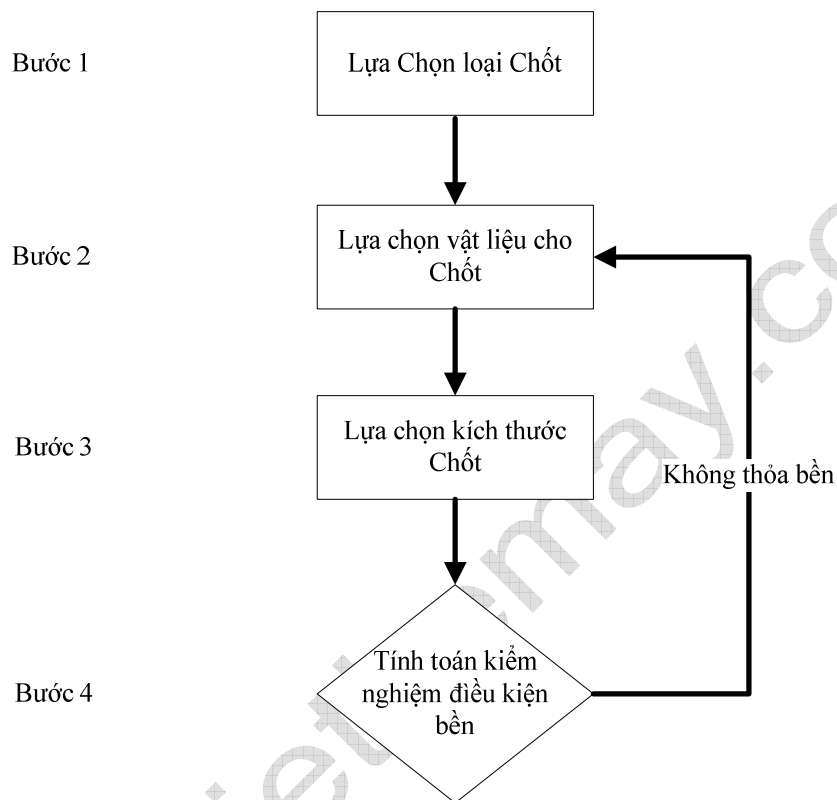
Bước 1: Lựa chọn hình dạng chốt

Tùy vào điều kiện làm việc và yêu cầu về bề mặt, ta chọn loại chốt thích hợp. Theo ISO, các loại chốt tiêu chuẩn gồm có: chốt trụ, chốt trụ có vai, chốt lò xo, chốt trụ có ren, chốt trụ có rãnh, chốt côn,...

Bước 2: Lựa chọn vật liệu cho chốt

Việc lựa chọn vật liệu cho chốt tùy thuộc vào tải trọng tác dụng. Tùy vào độ lớn của tải trọng, loại tải trọng mà ta chọn loại vật liệu có độ bền, độ cứng cho thích hợp.

Thông thường, vật liệu làm chốt là Thép kết cấu, thép hợp kim, thép đúc, thép tôi, gang, hợp kim nhôm, hợp kim đồng,...



Hình 5 Quy trình lựa chọn chốt

Bước 3: Lựa chọn kích thước chốt

Kích thước tiêu chuẩn của chốt là đường kính chốt và chiều dài chốt. Việc lựa chọn kích thước tùy thuộc vào đường kính trục hoặc chiều dày chi tiết ghép.

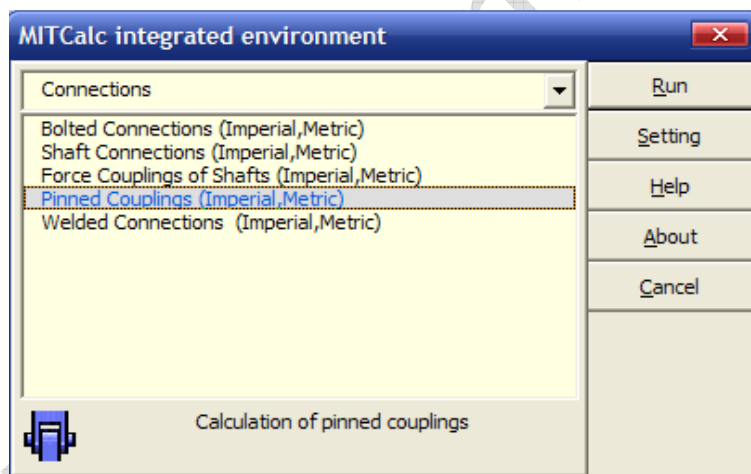
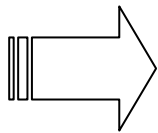
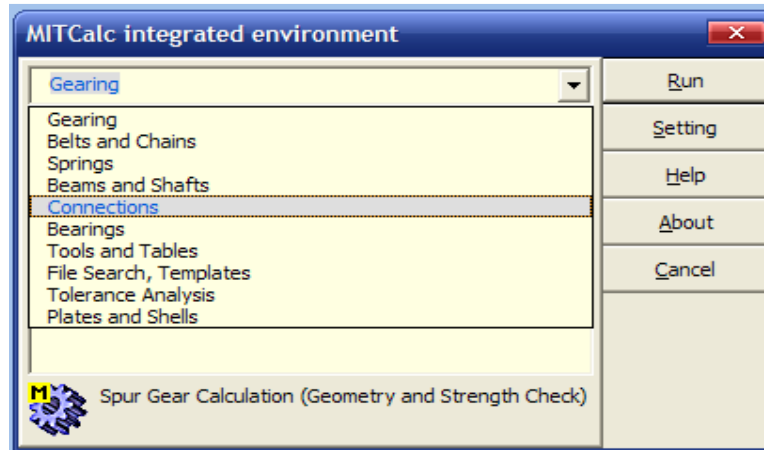
Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm bền cho chốt

Sau khi xác định kích thước của chốt, ta tính toán kiểm nghiệm bền cho chốt theo lựa cắt và moment xoắn.

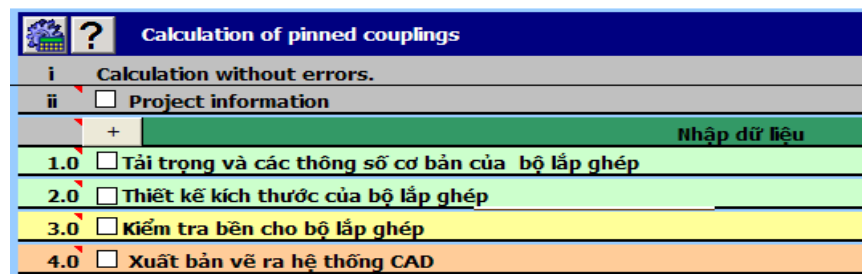
QUY TRÌNH LỰA CHỌN CHỐT ĐỊNH VỊ TRÊN PHẦN MỀM

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

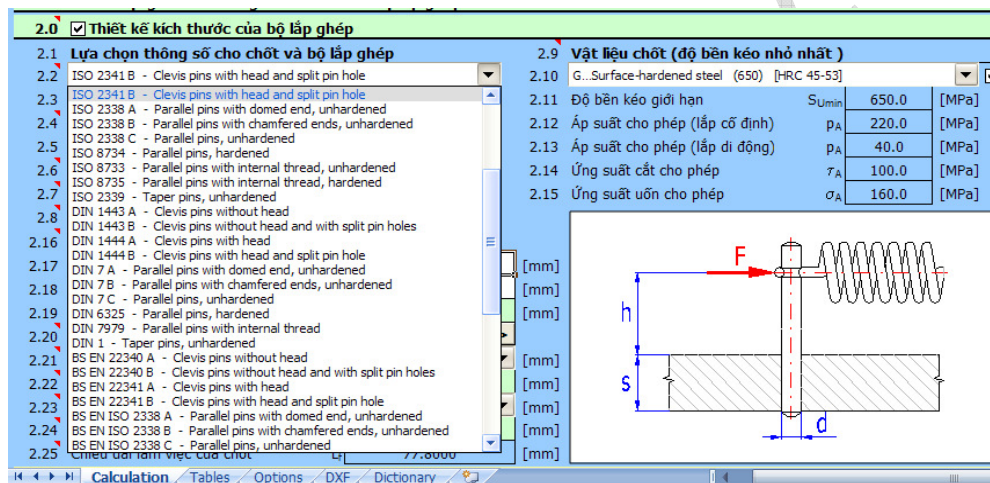
+ Chọn chức năng tính toán thiết kế chốt định vị:



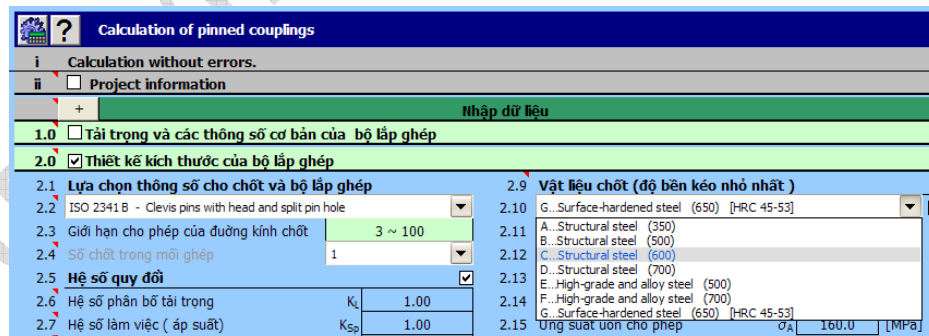
+ Giao diện của phần tính toán thiết kế chốt:



Bước 1: Chọn loại chốt: Ta chọn loại chốt theo tiêu chuẩn ISO



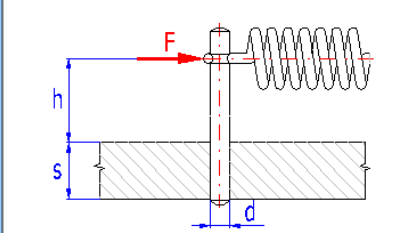
Bước 2: Chọn vật liệu của chốt



Bước 3: Chọn kích thước chốt

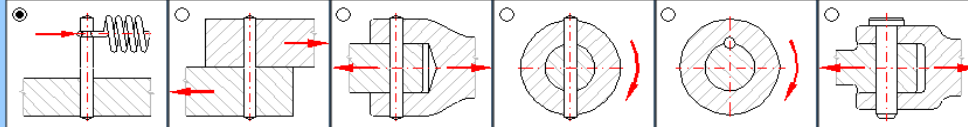
HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

1.0 <input type="checkbox"/> Tải trọng và các thông số cơ bản của bộ lắp ghép	
2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế kích thước của bộ lắp ghép	
2.1 Lựa chọn thông số cho chốt và bộ lắp ghép	
2.2	ISO 2341 B - Clevis pins with head and split pin hole
2.3	Giới hạn cho phép của đường kính chốt: 3 ~ 100
2.4	Số chốt trong mỗi ghép: 1
2.5 Hệ số quy đổi	
2.6	Hệ số phân bố tải trọng: $K_l = 1.00$
2.7	Hệ số làm việc (áp suất): $K_{Sp} = 1.00$
2.8	Hệ số làm việc (uốn, cắt): $K_{Sb} = 1.00$
2.16 Kích thước bộ lắp ghép	
2.17	Arm of force: $h = 25.4000$ [mm]
2.18	Thickness of board: $s = 50.8000$ [mm]
2.19	Đường kính chốt khuyến dùng
2.20	Tìm kiếm chốt phù hợp: Search
2.21	Đường kính chốt: $d = 24.0000$ 24 [mm]
2.22	Giới hạn cho phép của chiều dài chốt: 50 ~ 500 [mm]
2.23	Chiều dài chốt: $L = 90.0000$ 90 [mm]
2.24	Chiều dài làm việc nhỏ nhất củ: $L_{fmin} = 76.2$ [mm]
2.25	Chiều dài làm việc của chốt: $L_f = 77.8000$ [mm]
2.9 Vật liệu chốt (độ bền kéo nhỏ nhất)	
2.10	G... Surface-hardened steel (650) [HRC 45-53]
2.11	Độ bền kéo giới hạn: $S_{Umin} = 650.0$ [MPa]
2.12	Áp suất cho phép (lắp cố định): $p_A = 220.0$ [MPa]
2.13	Áp suất cho phép (lắp di động): $p_A = 40.0$ [MPa]
2.14	Ứng suất cắt cho phép: $\tau_A = 100.0$ [MPa]
2.15	Ứng suất uốn cho phép: $\sigma_A = 160.0$ [MPa]



Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm bền cho chốt

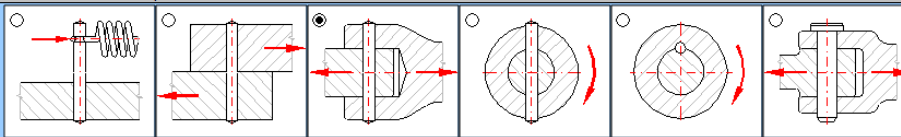
+ Chọn kiểu lắp ghép:

? Calculation of pinned couplings	
i Calculation without errors.	
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Tải trọng và các thông số cơ bản của bộ lắp ghép	
1.1	Đơn vị tính toán: SI Units (N, mm, kW...)
1.2 Coupling type : Pin for spring attachment. Loading with transversal bending force.	
	

+ Nhập thông số tải trọng tác dụng:

Calculation of pinned couplings

i Check lines: 2.21;



1.3 Lực tác dụng lên bộ lắp ghép			1.13 Sleeve material (min. tensile strength)		
1.4 Công suất truyền động	P	7.46 [kW]	1.14 A...Structural steel (350)		
1.5 Tốc độ trục	n	1500.0 [/min]	1.15 Độ bền kéo giới hạn S_{Umin}	350.0 [MPa]	
1.6 Moment xoắn	T	47.49 [Nm]	1.16 Áp suất cho phép (lắp cố định) p_A	90.0 [MPa]	
1.7 Lực tác dụng	F	1112.1 [N]	1.17 Áp suất cho phép (lắp di động) p_A	30.0 [MPa]	
1.8 Thông số làm việc và lắp ghép của bộ lắp ghép			1.18 Rod material (min. tensile strength)		
1.9 Loại tải trọng		Tải trọng tĩnh	1.19 F...High-grade and alloy steel (700)		
1.10 Loại chốt		Chốt đặc	1.20 Độ bền kéo giới hạn S_{Umin}	700.0 [MPa]	
1.11 Kiểu lắp ghép		Lắp cố định	1.21 Áp suất cho phép (lắp cố định) p_A	200.0 [MPa]	
1.12 Hệ số an toàn	s_F	1.70	1.22 Áp suất cho phép (lắp di động) p_A	35.0 [MPa]	

+ Kiểm tra kết quả tính toán bên:

Calculation of pinned couplings

i Calculation without errors.

ii Project information

+ Nhập dữ liệu

1.0 Tải trọng và các thông số cơ bản của bộ lắp ghép

2.0 Thiết kế kích thước của bộ lắp ghép

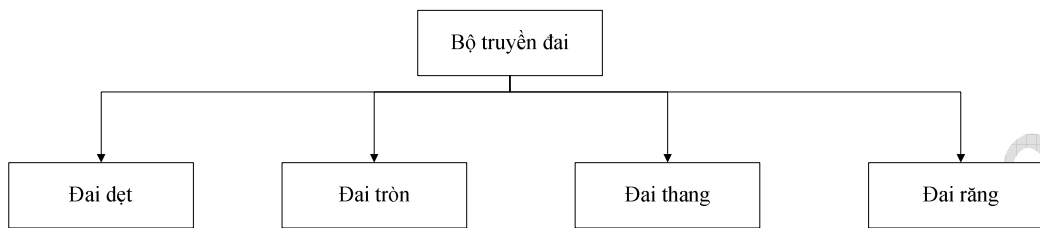
3.0 Kiểm tra bên cho bộ lắp ghép

3.1 Kiểm tra bên cắt cho chốt			3.9 Check of contact pressure : Pin - Clevis		
3.2 Ứng suất cắt cho phép τ_A	100.0 [MPa]		3.10 Áp suất giới hạn p_A	30.0 [MPa]	
3.3 Ứng suất so sánh τ	1.2 [MPa]		3.11 Áp suất so sánh p	1.8 [MPa]	
3.4 Độ an toàn	81.36		3.12 Độ an toàn	16.44	
3.5 Kiểm tra bên uốn cho chốt			3.13 Check of contact pressure : Pin - Rod		
3.6 Ứng suất uốn cho phép σ_A	160.0 [MPa]		3.14 Áp suất giới hạn p_A	35.0 [MPa]	
3.7 Ứng suất so sánh σ	5.2 [MPa]		3.15 Áp suất so sánh p	1.8 [MPa]	
3.8 Độ an toàn	30.75		3.16 Độ an toàn	19.19	
4.0 <input type="checkbox"/> Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD					

2 Quy trình lựa chọn bộ truyền đai

Bộ truyền đai làm việc theo nguyên lý ma sát, dùng để truyền chuyển động và công suất giữa hai trục khá xa ($< 15m$). Thiết kế bộ truyền đai là ta đi tìm các thông số của đai, bánh đai thỏa mãn yêu cầu về công suất, tải trọng. Bộ truyền đai gồm các dạng sau:

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN



Hình 6 Phân loại bộ truyền đai

Người thiết kế chọn loại đai theo yêu cầu về vận tốc, công suất và tải trọng. Bảng sau đây so sánh các thông số làm việc của các loại đai.

Bảng 2 So sánh thông số làm việc của các loại đai

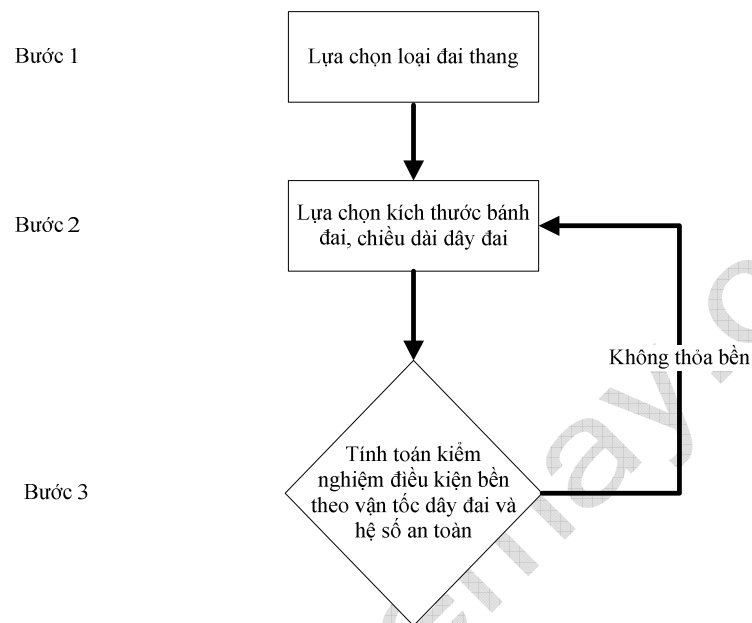
Dạng đai	Hiệu suất nhỏ nhất	Vận tốc lớn nhất (m/s)	Đường kính d_{\min} (mm)	Tỉ số truyền u_{\max} lớn nhất
Dẹt	0,98	70	40	10
Thang	0,80	30	67	7
Thang hẹp	0,86	40	60	8
Răng	0,98	50	16	20 ÷ 30

Hiện nay, hầu hết các loại đai đều được tiêu chuẩn hóa nhưng thông dụng nhất là đai thang và đai răng bởi những đặc tính kỹ thuật và ưu điểm của chúng. Trong đề tài này, chúng tôi xin giới thiệu quy trình thiết kế lựa chọn đai thang và đai răng.

Các thông số tiêu chuẩn của đai gồm có: Đường kính bánh đai, chiều dài đai, loại đai (tương ứng loại đai là các kích thước hình học tiêu chuẩn)

2.1 Quy trình lựa chọn đai thang

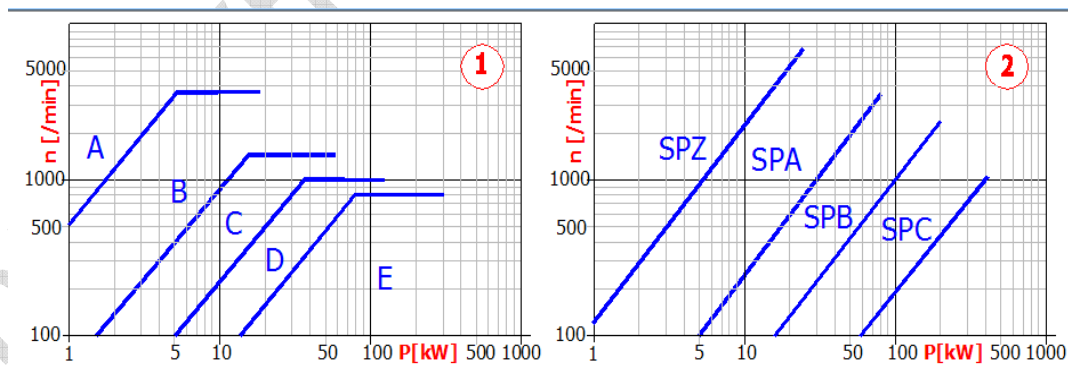
Đai thang là loại đai được sử dụng nhiều trong truyền động, đặc biệt là ở vị trí truyền động từ động cơ sang hộp giảm tốc hoặc bộ truyền bánh răng



Hình 7. Quy trình lựa chọn đai thang

Bước 1: Chọn loại đai

Trong đồ thị đề tra có các loại đai thang tiêu chuẩn: A, B, C, D, E, SPA, SPB, SPC và SPZ. Người thiết kế sẽ quyết định chọn loại nào tùy thuộc vào công suất P (kW) và số vòng quay n (vg/ph).



Bước 2: Chọn đường kính vòng chia bánh đai và chiều dài dây đai

Kích thước các chi tiết trong bộ truyền đai được tiêu chuẩn là đường kính vòng chia của bánh đai, chiều dài dây đai. Người thiết kế sẽ lựa chọn các kích thước này, từ đó tính toán được các kích thước còn lại của bộ truyền.

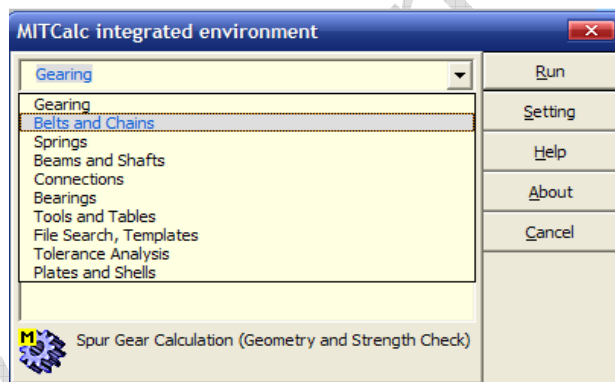
Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm bộ truyền đai

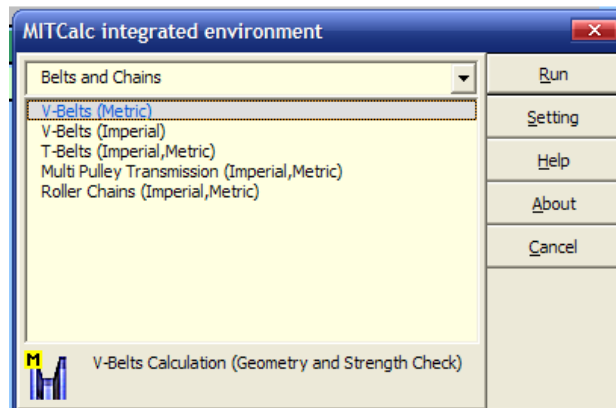
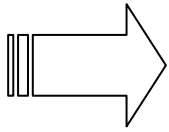
Trước khi tính toán kiểm nghiệm, người thiết kế sẽ xác định các thông số làm việc như công suất (P), tốc độ vòng/phút (n) và điều kiện tải trọng.

Bộ truyền đai được kiểm nghiệm dựa vào **hệ số an toàn và tốc độ v** của dây đai.

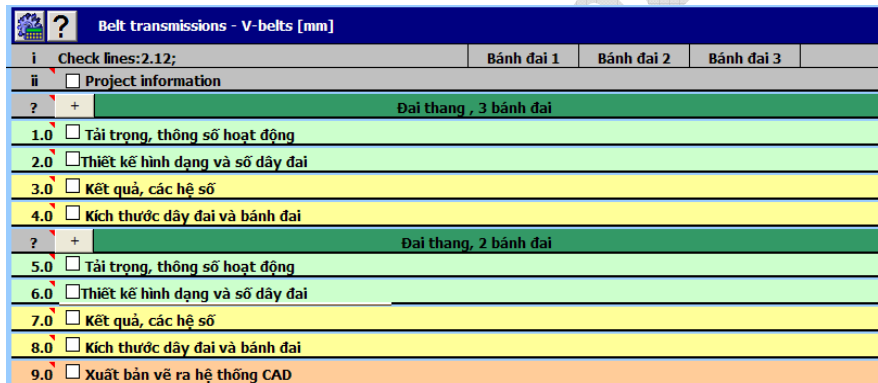
SỬ DỤNG PHẦN MỀM MITCALC 1.5 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN ĐAI THANG

+ Chọn chức năng tính toán thiết kế đai thang:

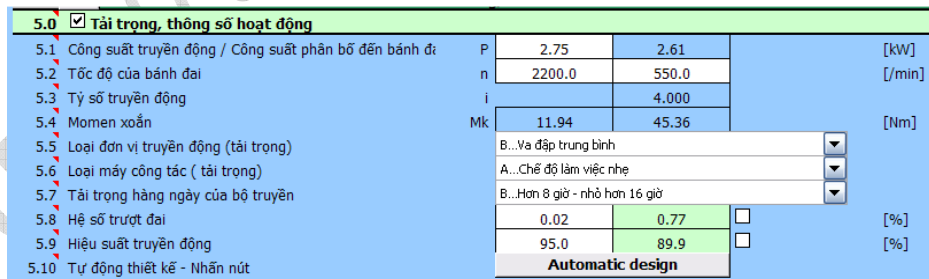




+ Giao diện của phần tính toán thiết kế đai thang:

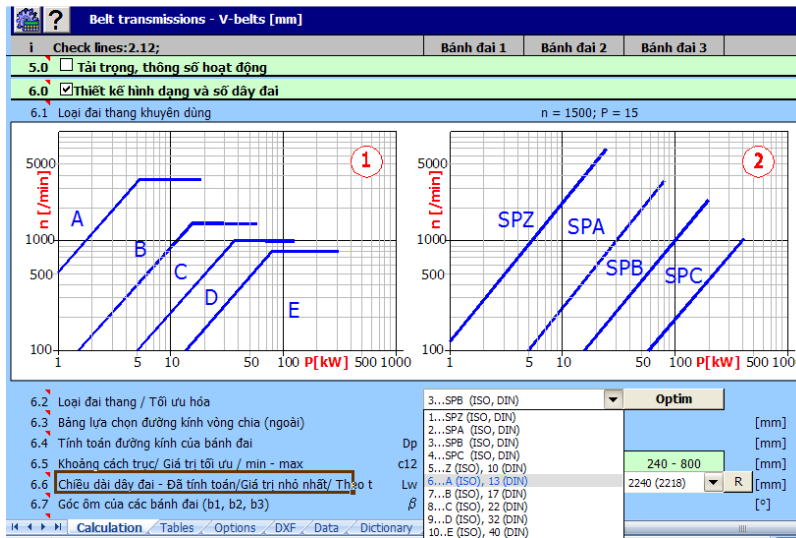


+ Nhập thông số truyền động:



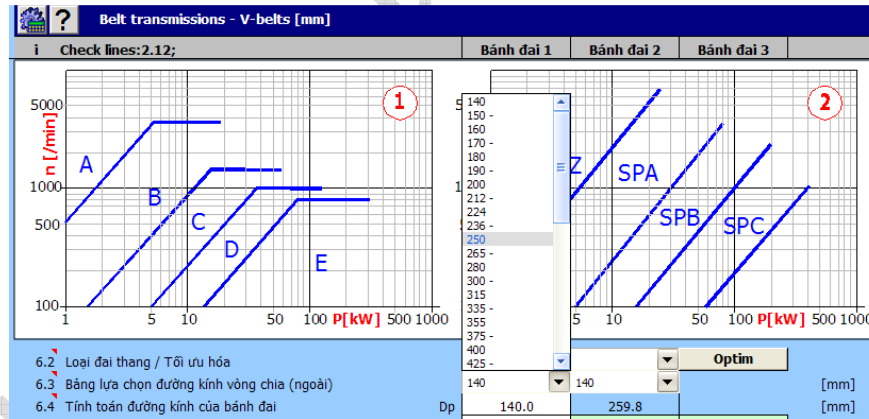
Bước 1: Chọn loại đai

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

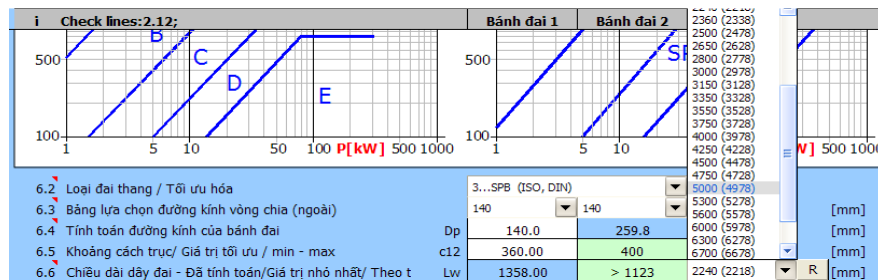


Bước 2: Chọn đường kính vòng chia bánh đai và chiều dài dây đai:

+ Chọn đường kính vòng chia của bánh đai



+ Chọn chiều dài dây đai



Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm bộ truyền đai thang

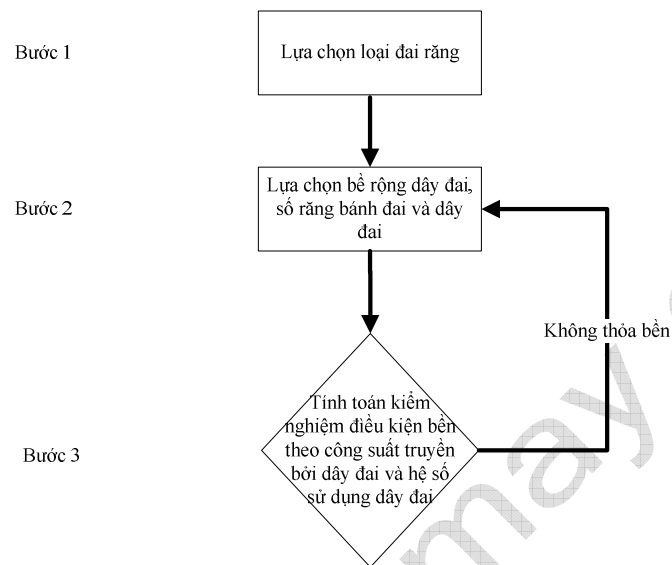
+ Nhập thông số hoạt động và tải trọng:

Belt transmissions - V-belts [mm]						
i	Check lines:2.12;	Bánh đai 1	Bánh đai 2	Bánh đai 3		
Đai thang, 3 bánh đai						
1.0 Tải trọng, thông số hoạt động						
1.1	Công suất truyền động / Công suất phân bố đến bánh đ	P	20	0	20.00	[kW]
1.2	Tốc độ của bánh đai	n	800.0	900.0	800.0	[/min]
1.3	Tỷ số truyền động	i	0.889		1.000	
1.4	Momen xoắn	Mk	238.75	0.00	238.75	[Nm]
1.5	Loại đơn vị truyền động (tải trọng)	B...Va đập trung bình				
1.6	Loại máy công tác (tải trọng)	A...Chế độ làm việc nhẹ				
1.7	Tải trọng hàng ngày của bộ truyền	A...Nhỏ hơn 8 giờ				
1.8	Hệ số trượt đai		0.82	0.82	<input checked="" type="checkbox"/>	[%]
1.9	Hiệu suất truyền động		91.9	91.9	<input checked="" type="checkbox"/>	[%]
1.10	Tự động thiết kế - Nhận nút	Automatic design				

+ Kết quả tính toán:

Belt transmissions - V-belts [mm]					
i	Check lines:2.12;	Bánh đai 1	Bánh đai 2	Bánh đai 3	
7.0 Kết quả, các hệ số					
7.1 Các hệ số					
7.2	Hệ số góc ôm đai	c1	0.95	1.04	
7.3	Hệ số tải trọng làm việc	c2	1.2		
7.4	Hệ số chiều dài dây đai	c3	0.83		
7.5 Điều chỉnh khoảng cách trục					
7.6	Cho sự căng đai	x	13.77		[mm]
7.7	Cho sự lắp dây đai dễ dàng	y	25.39		[mm]
7.8 Điều kiện tải trọng, tốc độ					
7.9	Hệ số an toàn		1.150	1.15	<input checked="" type="checkbox"/>
7.10	Tốc độ dây đai / Giá trị lớn nhất của loại được chọn	v	11.00	< 40	[m/s]
7.11	Độ bền uốn của dây đai	fs	16		[/s]
7.12	Lực kéo	Fu	1364.19		[N]
7.13	Lực li tâm	Fc	107.60		[N]

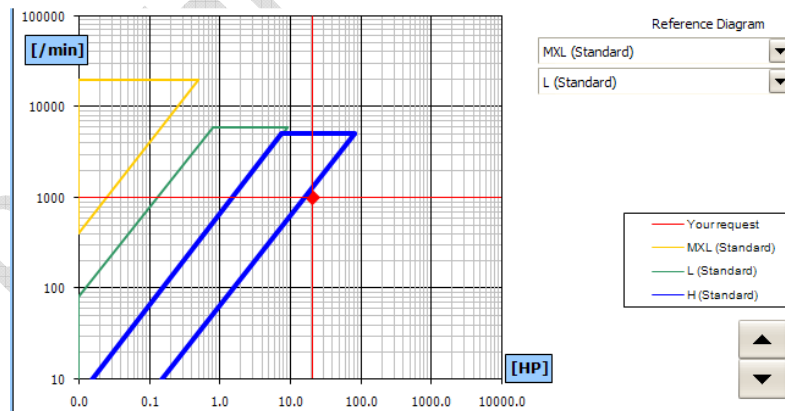
2.2 Quy trình lựa chọn đai răng



Hình 8 Quy trình lựa chọn đai răng

Bước 1: Chọn loại đai

Các loại đai răng tiêu chuẩn gồm có: MXL, XL, L, H, XH, XXH. Người thiết kế sẽ quyết định chọn loại nào tùy thuộc vào công suất P và số vòng quay n . Trên hình dưới đây hướng dẫn lựa chọn loại đai răng theo P và n .



Bước 2: Chọn chiều rộng dây đai, số răng của bánh đai và dây đai

Kích thước các chi tiết của bộ truyền đai tiêu chuẩn là chiều rộng dây đai, số răng của bánh đai và dây đai. Người thiết kế sẽ lựa chọn các kích thước này, từ đó tính toán được các kích thước còn lại của bộ truyền.

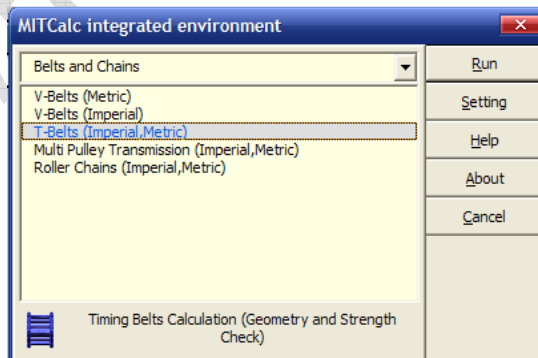
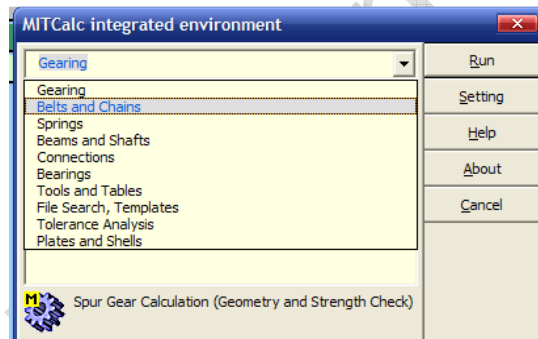
Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm bộ truyền đai răng

Trước khi tính toán kiểm nghiệm, người thiết kế sẽ xác định các thông số làm việc như công suất (P), số vòng quay vg/ph (n) và điều kiện tải trọng.

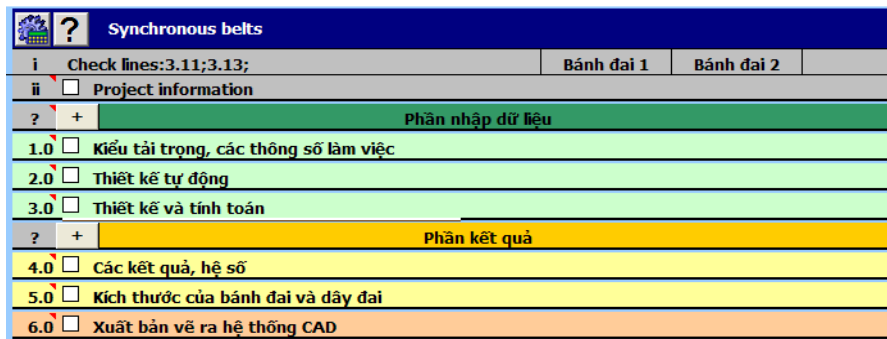
Bộ truyền đai được kiểm nghiệm dựa vào công suất truyền bởi dây đai và hệ số sử dụng dây đai.

SỬ DỤNG PHẦN MỀM MITCALC 1.5 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN ĐAI RĂNG:

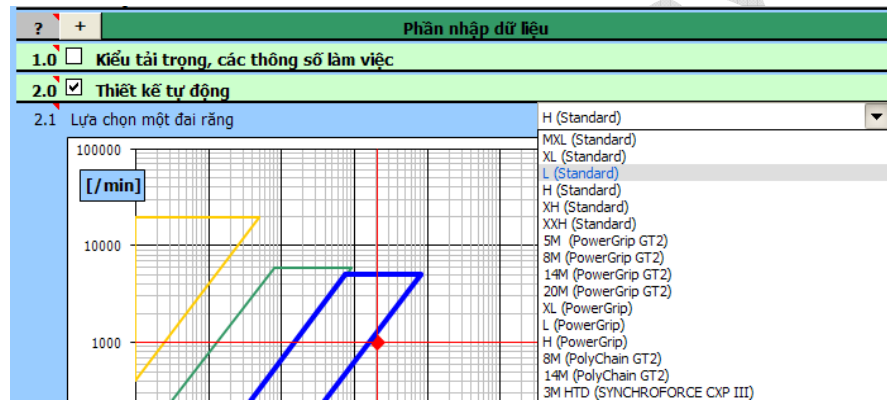
+ Chọn chức năng tính toán thiết kế đai răng:



+ Giao diện của phần tính toán thiết kế đai răng:

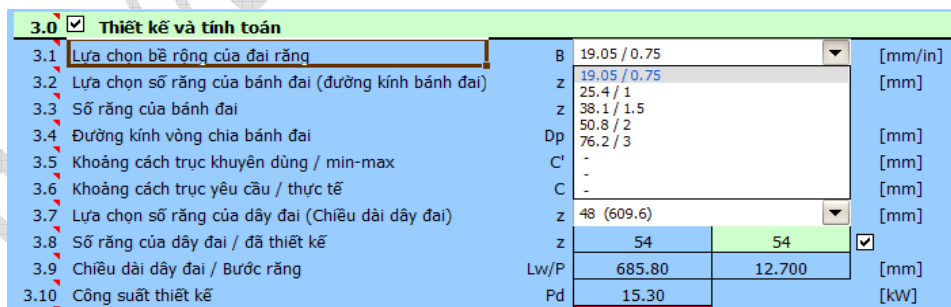


Bước 1: Chọn loại đai



Bước 2: Chọn bề rộng dây đai, số răng của bánh đai và dây đai

+ Chọn bề rộng dây đai



+ Chọn số răng của bánh đai (đường kính bánh đai)

3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế và tính toán			
3.1	Lựa chọn bề rộng của đai răng	B	19.05 / 0.75 [mm/in]
3.2	Lựa chọn số răng của bánh đai (đường kính bánh đai)	z	14 (56.6) [mm]
3.3	Số răng của bánh đai	z	14 (56.6) 24
3.4	Đường kính vòng chia bánh đai	Dp	16 (64.68) 97.021 [mm]
3.5	Khoảng cách trục khuyến dùng / min-max	C'	20 (80.85) 93 - 340 [mm]
3.6	Khoảng cách trục yêu cầu / thực tế	C	24 (97.02) 209.20 [mm]
3.7	Lựa chọn số răng của dây đai (Chiều dài dây đai)	z	26 (105.11) [mm]
3.8	Số răng của dây đai / đã thiết kế	z	28 (113.19) [mm]
3.9	Chiều dài dây đai / Bước răng	Lw/P	30 (121.28) 54 <input checked="" type="checkbox"/> [mm]
3.10	Công suất thiết kế	Pd	32 (129.36) 12.700 [kW]
3.11	Công suất truyền bởi dây đai	P'	36 (145.53) 40 (161.7) [kW]
3.12	Tổng trọng lượng tương đương	m	44 (177.87) 48 (194.04) 60 (242.55) [kg]
3.13	Hệ số sử dụng dây đai	SF	72 (291.06) 84 (339.57) 96 (388.08) [kg]

+ Chọn số răng của dây đai (chiều dài dây đai)

3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế và tính toán			
3.1	Lựa chọn bề rộng của đai răng	B	180 (7200) [mm/in]
3.2	Lựa chọn số răng của bánh đai (đường kính bánh đai)	z	180 (7200) [mm]
3.3	Số răng của bánh đai	z	200 (2540) [mm]
3.4	Đường kính vòng chia bánh đai	Dp	220 (279.4) [mm]
3.5	Khoảng cách trục khuyến dùng / min-max	C'	250 (3175) [mm]
3.6	Khoảng cách trục yêu cầu / thực tế	C	280 (3556) [mm]
3.7	Lựa chọn số răng của dây đai (Chiều dài dây đai)	z	340 (4318) [mm]
3.8	Số răng của dây đai / đã thiết kế	z	48 (609.6) [mm]
3.9	Chiều dài dây đai / Bước răng	Lw/P	54 54 <input checked="" type="checkbox"/> [mm]
			685.80 12.700 [mm]

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm bộ truyền đai răng

+ Nhập thông số hoạt động và tải trọng:

? + Phần nhập dữ liệu			
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Kiểu tải trọng, các thông số làm việc			
1.1	Đơn vị tính toán	Đơn vị SI (N, mm, kW...)	
1.2	Công suất truyền động	P	9.00 8.82 [kW]
1.3	Tốc độ bánh đai (yêu cầu)	n	1000 800 [/min]
1.4	Tốc độ bánh đai (thực tế)	n	1000.0 750.0 [/min]
1.5	Tỷ số truyền động yêu cầu / thực tế	i	1.250 1.333
1.6	Momen xoắn	Mk	85.95 112.31 [Nm]
1.7	Loại máy truyền động (Tải trọng)		C...Va đập lớn
1.8	Loại máy công tác (tải trọng)		B...Êm với chế độ làm việc nhẹ
1.9	Tải trọng hàng ngày của bộ truyền		C...Trên 16 giờ
1.10	Hệ số tải trọng làm việc	c2	1.7 1.7 <input checked="" type="checkbox"/>
1.11	Hiệu suất của bộ truyền	eta	98 [%]

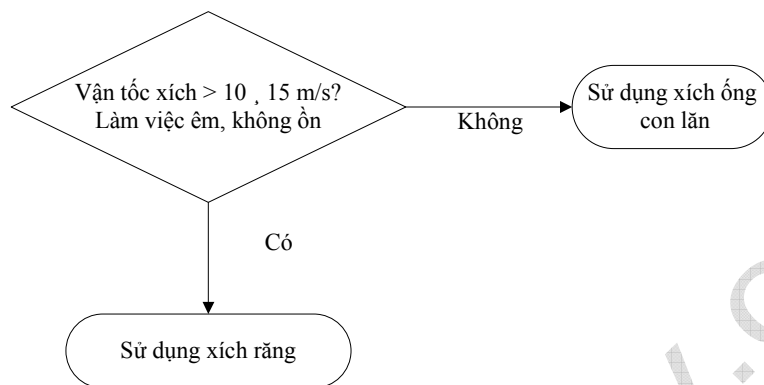
+ Kết quả tính toán:

Synchronous belts			
i	Check lines:3.11;3.13;	Bánh đai 1	Bánh đai 2
Phân kết quả			
4.0 <input checked="" type="checkbox"/> Các kết quả, hệ số			
4.1 Các hệ số			
4.2	Hệ số làm việc	c2	1.70
4.3	Hệ số gia tốc	c3	0.00
4.4	Hệ số của chiều dài dây đai	c5	1.00
4.5	Hệ số của chiều rộng dây đai	c6	0.21
4.6	Hệ số răng ăn khớp	c1	1.00
4.7	Hệ số tỷ số truyền động	c7	0.00
4.8	Góc của dây đai tiếp xúc quanh bánh đai	β	173.35 186.65 [°]
4.9 Điều chỉnh khoảng cách trục			
4.10	Cho sự căng đai	x	0.80 [mm]
4.11	Cho sự lắp dây đai	y	1.00 [mm]
4.12 Điều kiện tải trọng, tốc độ			
4.13	Tốc độ dây đai / giá trị lớn nhất của loại được chọn	v	3.81 40 [m/s]
4.14 Tính toán tải trọng làm việc			
4.15	Lực của dây đai không tải trên % của lực kéo		43.0 43.00 <input checked="" type="checkbox"/> [%]
4.16	Lực kéo tác dụng	Fu	2362 [N]
4.17	Lực căng đai ban đầu	Fo	2197 [N]
4.18	Lực trên nhánh căng	F1	3378 [N]
4.19	Lực trên nhánh chùng	F2	1016 [N]
4.20	Tổng lực hướng tâm trên trục	Fr	4388 [N]
4.21 Tính toán lực làm việc (Gates Rubber Company ®)			
4.22	Tổng lực hướng tâm trên trục	Fr	- [N]
4.23	Lực căng đai ban đầu	Fo	- [N]

3 Quy trình lựa chọn bộ truyền xích

Xích là chi tiết được tiêu chuẩn hóa, do đó tính toán thiết kế bộ truyền xích là chọn các kích thước hình học của bộ truyền xích theo khả năng làm việc.

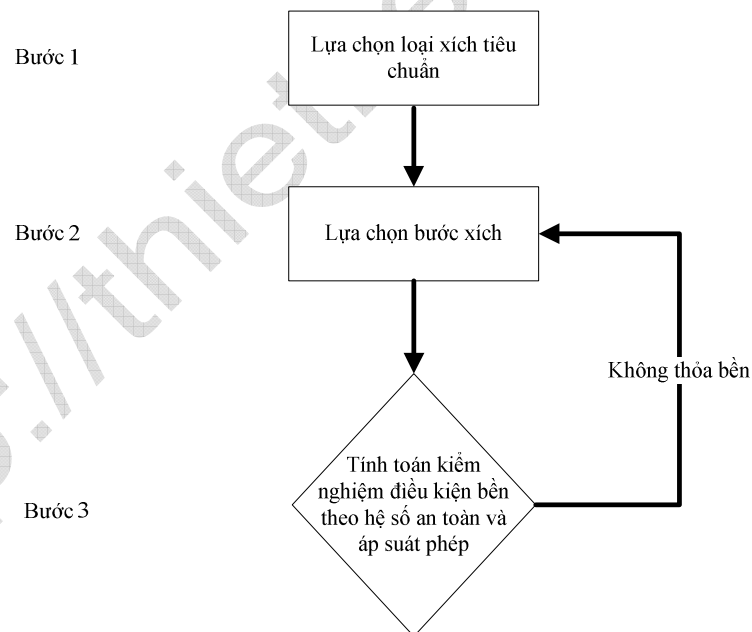
Trong các loại xích truyền động, ta thường sử dụng xích răng hoặc xích ống con lăn, có thể tham khảo sơ đồ sau:



Hình 9 Phương án lựa chọn loại xích

Theo tiêu chuẩn ISO, xích ống con lăn được tiêu chuẩn hóa đa dạng hơn là xích răng. Vì vậy, đề tài này chỉ xây dựng quy trình lựa chọn xích ống con lăn

Thông số tiêu chuẩn của xích ống con lăn là bước xích.



Hình 10 Quy trình lựa chọn xích ống con lăn

Bước 1: Lựa chọn loại xích ống con lăn tiêu chuẩn

Các loại xích ống con lăn tiêu chuẩn thường được sử dụng là của ISO, ASME, DIN. Tùy vào khách hàng mà người thiết kế sẽ chọn loại tiêu chuẩn thích hợp với tiêu chuẩn của quốc gia hoặc công ty.

2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế tự động													
2.1 Loại xích													
2.2	G...Low speed sleeve chains / DIN 8164												
2.3	A...Standard roller chains / ASME B29.1												
2.4	B...Heavy roller chains / ASME B29.1												
2.5	C...Extended pitch roller chains / ASME B29.3												
2.6	D...Standard roller chains (EU) / DIN 8187, ISO R-606, BS 228												
2.7	E...Standard roller chains (US) / DIN 8188, ISO R-606												
2.8	F...Extended pitch roller chains / DIN 8181, ISO 1275												
2.9	G...Low speed sleeve chains / DIN 8164												
2.10	H...Galle chains / DIN 8150												
2.11	Type	z1	z2	n2	i	A	Pp	v	SD	p	SP	Pp%	m
2.12	16B - 2	17	43	383.5	2.53	39.78	44.75	1382	18.78	1552	0.99	122	96.3

Bước 2: Lựa chọn bước xích

Bước xích là giá trị được tiêu chuẩn hóa của bộ truyền xích. Sau khi chọn bước xích, ta có thể tính toán được hầu hết các thông số hình học của bộ truyền xích như: số mắt xích, khoảng cách trục, đường kính vòng chia đĩa xích,...

3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế và tính toán		
3.1	Lựa chọn xích - Xích tiêu chuẩn số. (bước xích)	B 15 (15)
3.2	Bước xích / Số nhánh xích	t B 15 (15) B 20 (20)
3.3	Số răng đĩa xích / khuyên dùng	z B 25 (25) B 30 (30)
3.4	Đường kính vòng chia	Dp B 35 (35) [mm]
3.5	Khoảng cách trục yêu cầu / khuyên dùng	C B 40 (40) [mm] B 45 (45) [mm]
3.6	Khoảng cách trục thực tế / Min. - Max.	C B 50 (50) [mm]
3.7	Số mắt xích	X B 55 (55) <input checked="" type="checkbox"/> B 60 (60)
3.8	Chiều dài xích	L B 65 (65) [mm] B 70 (70)
3.9	Tốc độ của xích / max.	v B 80 (80) [m/s]
3.10	Công suất thiết kế / Bảng công suất	Pp B 90 (90) [kW] B 100 (100)

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm

Trong thiết kế xích, phần tính toán kiểm nghiệm sẽ tập trung vào kiểm tra các hệ số an toàn chống phá hủy và áp suất cho phép.

+ Nhập các thông số làm việc và điều kiện tải trọng:

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Phân nhập dữ liệu			
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Điều kiện tải trọng, thông số làm việc			
1.1 Đơn vị tính toán		Đơn vị SI (N, mm, kW...)	
1.2 Công suất truyền động	P	29.83	28.93 [kW]
1.3 Tốc độ của bánh xích (yêu cầu)	n	970	390 [/min]
1.4 Tốc độ của bánh xích (thực tế)	n	970	384.34 [/min]
1.5 Tỷ số truyền động yêu cầu /thực tế	i	2.487	2.524
1.6 Momen xoắn	Mk	293.67	718.93 [Nm]
1.7 Loại máy truyền động (tải trọng)		B...Va đập trung bình	
1.8 Loại máy công tác (tải trọng)		B...Chế độ làm việc nhẹ	
1.9 Phương pháp bôi trơn		A...Yêu cầu phá hủy tự do	
1.10 Số mắc xích		Chi số chuẩn	
1.11 Số răng của bánh xích		Chi số lẻ	Chi số lẻ

+ Kết quả tính toán: Phần tô đỏ là chưa đạt yêu cầu

3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế và tính toán			
3.1 Lựa chọn xích - Xích tiêu chuẩn số. (bước xích)		B 15 (15)	
3.2 Bước xích / Số nhánh xích	t	15.000	1
3.3 Số răng đĩa xích / khuyến dùng	z	21	53 21 (min=12)
3.4 Đường kính vòng chia	Dp	100.643	253.205 [mm]
3.5 Khoảng cách trục yêu cầu / khuyến dùng	C	1020.50	600 [mm]
3.6 Khoảng cách trục thực tế / Min. - Max.	C	1024.65	248 - 2400 [mm]
3.7 Số mắc xích	X	174	174 <input checked="" type="checkbox"/>
3.8 Chiều dài xích	L		2610 [mm]
3.9 Tốc độ của xích / max.	v	5.11	< 3.5 [m/s]
3.10 Công suất thiết kế / Bảng công suất	Pp	35.72	< 0.84 [kW]
3.11 Lực kéo / lực ly tâm	Fu/Fc	5835.4	31.6 [N]
3.12 Lực hãm (Bảng) / Lực trên dây xích	FB/Fr	12500	5867.0 [N]
3.13 Hệ số tính của độ an toàn chống phá hủy	SB	2.13	> 17.85
3.14 Hệ số động của độ an toàn chống phá hủy	SD	1.64	> 15.25
3.15 Kết quả tính toán / Áp suất cho phép tại khớp nối xích	p	52.86	< 12.62 [MPa]
3.16 Cấp độ an toàn của khớp nối xích	SP	0.24	> 1.00
3.17 Tổng trọng lượng của bộ truyền / xích	m	8.88	3.16 [kg]

4 Quy trình lựa chọn bánh răng và trục vít

Bộ truyền bánh răng làm việc theo nguyên lý ăn khớp, thực hiện truyền chuyển động và công suất nhờ vào sự ăn khớp của các răng trên bánh răng. Bộ truyền bánh răng có thể truyền chuyển động quay giữa các trục song song, giao nhau, chéo nhau hay biến đổi chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến hoặc ngược lại.

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Tùy theo vị trí giữa các trục truyền động, khả năng chịu tải trọng, ta sẽ chọn loại bánh răng phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật. Người thiết kế có thể tham khảo theo bảng sau:

Bảng 3 Đánh giá chất lượng của các bộ truyền bánh răng

Loại	Đánh giá về chức năng và độ chính xác	Ứng dụng	Ghi chú về độ chính xác
Bánh răng trụ răng thẳng	Truyền động giữa 2 trục song song Đạt hiệu suất cao khi truyền động tốc độ cao, tải trọng lớn Độ chính xác rất cao	Có thể sử dụng trong các bộ truyền động và hộp giảm tốc tỷ số truyền lớn	Răng đơn giản nhất sẽ cho độ chính xác cao nhất. Ưu tiên lựa chọn cho tất cả cặp bánh răng, trừ những trường hợp tốc độ và tải trọng rất cao hoặc các chức năng đặc biệt như hai trục vuông góc.
Bánh răng trụ răng nghiêng	Truyền động trục song song. Tốc độ và tải trọng rất cao. Hiệu suất nhỏ hơn so với bánh răng nghiêng. Độ chính xác tốt	Chủ yếu ứng dụng cho tốc độ và tải trọng cao; có thể thay thế bánh răng thẳng	Chất lượng tương đương bánh răng thẳng, không sử dụng được cho trường hợp góc nghiêng. Nên sử dụng cho tất cả cặp bánh răng tốc độ và tải trọng cao. Nên lắp trục với chi tiết chặn dọc trục thích hợp.
Bánh răng trụ răng xoắn	Truyền động các trục xiên. Tiếp xúc điểm Độ trượt lớn Tốc độ thấp Tải trọng nhẹ Độ chính xác không cao	Tỷ số truyền nhỏ; Tốc độ thấp và tải trọng nhỏ. Sử dụng cho tất cả trục xiên	Không sử dụng cho cặp bánh răng chính xác. Tiếp xúc điểm giới hạn công suất và sự chính xác. Thích hợp cho bộ truyền vuông góc tải trọng nhỏ. Một số trường hợp có thể thay thế bánh răng côn. Điều Bôi trơn tốt do tiếp xúc điểm và quá trình trượt liên tục.
Bánh răng trụ ăn khớp trong	Trục song song Tốc độ cao Tải trọng lớn Độ chính xác trung bình	Bộ truyền ăn khớp trong ứng dụng trong trường hợp yêu cầu tốc độ và tải trọng lớn;	Không sử dụng cho cặp bánh răng chính xác bởi vì giới hạn trong thiết kế, chế tạo và kiểm nghiệm. Chỉ nên sử dụng khi

		Độ trượt thấp và tải trọng nén cao; Sử dụng tốc cho công suất lớn, làm việc lâu dài. Sử dụng trong hệ bánh răng hành tinh để giảm tốc với tỉ số truyền lớn.	chức năng ăn khớp trong là cần thiết.
Bánh răng côn	Trục cắt nhau Tốc độ lớn Tải trọng lớn Độ chính xác từ trung bình đến tốt.	Thích hợp cho tỷ số truyền 1:1 và cao hơn và cặp bánh răng vuông góc (và góc khác)	Lựa chọn tốt cho bộ truyền vuông góc, đặc biệt là tỷ số truyền nhỏ. Tuy nhiên, hình dạng và chế tạo phức tạp ảnh hưởng không tốt đến độ chính xác. Nên đặt tại một trong những vị trí không quan trọng của bộ truyền.
Bánh vít – Trục vít	Trục chéo nhau Tỷ số truyền lớn Tốc độ và tải trọng lớn, hiệu suất thấp Hầu hết không chuyển động thuận nghịch được. Độ chính xác từ trung bình đến tốt.	Tỷ số truyền lớn Truyền động góc Tải trọng lớn	Trục vít có thể chế tạo chính xác cao nhưng bánh vít có những hạn chế riêng. Được sử dụng cho bộ truyền độ chính xác trung bình nhưng có thể sử dụng cho độ chính xác cao nếu theo dõi thường xuyên. Lựa chọn tốt nhất cho bộ truyền vuông góc có tỷ số truyền lớn. Độ trượt lớn yêu cầu bôi trơn tốt.

Bước 2: Lựa chọn vật liệu bánh răng

Có nhiều điều kiện cần xem xét trước khi lựa chọn vật liệu bánh răng, người thiết kế có thể xem xét các điều kiện sau: ứng suất uốn cho phép, chống mài mòn, độ bền chống va đập, chống ăn mòn và nước, chi phí sản xuất, trọng lượng, độ tin cậy, yêu cầu bôi trơn, ổn định kích thước, nhiệt độ bề mặt và môi trường làm việc.

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Người thiết kế có thể xem xét các vật liệu sau:

Bảng 4 Đặc điểm chung của một số vật liệu chế tạo bánh răng

Vật liệu	Đặc điểm	Ứng dụng	Độ chính xác
Kim loại đen			
Gang	Giá rẻ, gia công cắt gọt tốt, khả năng tự tắt dần dao động cao	Kích thước lớn, công suất trung bình, bánh răng thương mại	Đặc tính thương mại
Thép đúc	Giá rẻ, độ bền cao	Bánh răng công suất, công suất trung bình	Đặc tính thương mại
Thép Cacbon thường	Gia công cắt gọt tốt, nhiệt luyện	Bánh răng công suất, công suất trung bình	Độ chính xác trung bình
Thép hợp kim	Nhiệt luyện, độ bền cao	Yêu cầu công suất cao	Độ chính xác cao
Thép không gỉ	Chống ăn mòn cao, không có từ tính	Công suất thấp	Độ chính xác cao
Kim loại màu			
Hợp kim nhôm	Trọng lượng nhẹ, không bị ăn mòn, khả năng cắt gọt tốt	Bánh răng rất nhẹ	Độ chính xác cao
Hợp kim đồng	Giá rẻ, không bị ăn mòn, khả năng cắt gọt tốt	Các dụng cụ chi phí thấp	Độ chính xác trung bình
Hợp kim đúc khuôn	Giá rẻ, độ bền thấp	Sản lượng lớn, chất lượng thấp, có tính kinh tế	Độ chính xác thấp
Phi kim loại			
Nylon	Không ma sát hoặc bôi trơn, độ thấm nước cao	Tuổi thọ cao, làm việc êm, tải trọng nhỏ	Chất lượng trung bình
Delrin	Lớp chống mài mòn, tuổi thọ	Tải trọng nhỏ	Chất lượng trung

	cao		bình
--	-----	--	------

Bước 3: Lựa chọn kích thước bánh răng

Việc lựa chọn kích thước bánh răng phụ thuộc vào đường kính trục, khả năng tải, và kích thước của vỏ hộp giảm tốc,

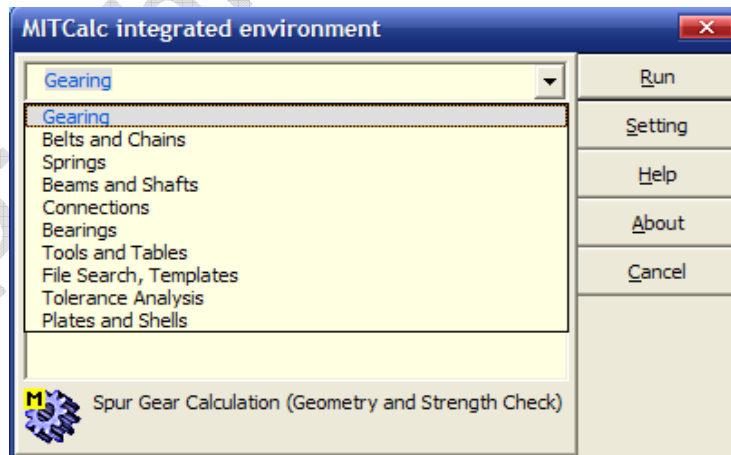
Theo tiêu chuẩn chi tiết bánh răng được tiêu chuẩn hóa các thông số gồm: Modul (hệ mét) hoặc bước răng (hệ Inch), khoảng cách trục... Người thiết kế có thể lựa chọn các thông số tiêu chuẩn, từ đó sẽ tính toán được các kích thước còn lại của bộ truyền bánh răng như: đường kính, chiều rộng vành răng,....

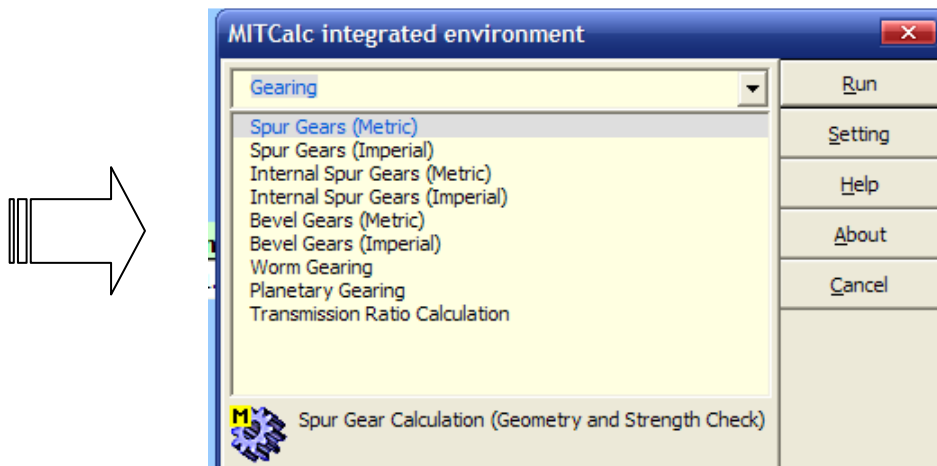
Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm

Tính toán kiểm nghiệm bánh răng là tính toán ứng suất uốn, ứng suất tiếp xúc, ứng suất quá tải. Sau đó ta so sánh các ứng suất sinh ra với ứng suất cho phép xem bánh răng có thỏa mãn điều kiện bền hay không.

SỬ DỤNG PHẦN MỀM MITCALC 1.5 ĐỂ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LỰA CHỌN BÁNH RĂNG:

+ Chọn chức năng tính toán thiết kế bánh răng trụ răng thẳng/răng nghiêng:





+ Giao diện của phần tính toán thiết kế bánh răng trụ răng thẳng/răng nghiêng:

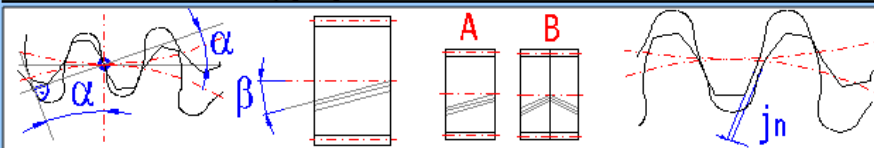
Spur gearing, Helical gearing [mm/ISO]		BR chủ động	BR bị động
i	Check lines:12.6;		
Phân nhập dữ liệu			
1.0	<input type="checkbox"/> Nhập các thông số chủ yếu		
2.0	<input type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất		
3.0	<input type="checkbox"/> Các thông số của dụng cụ cắt và dạng răng		
4.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế modul và hình dạng răng		
5.0	<input type="checkbox"/> Dịch chuyển đầu răng		
Phân kết quả			
6.0	<input type="checkbox"/> Các kích thước cơ bản của bộ truyền bánh răng		
7.0	<input type="checkbox"/> Các thông số phụ của bộ truyền bánh răng		
8.0	<input type="checkbox"/> Các chỉ số định tính của bộ truyền bánh răng		
9.0	<input type="checkbox"/> Các hệ số tính toán độ an toàn		
10.0	<input type="checkbox"/> Hệ số an toàn		
11.0	<input type="checkbox"/> Kiểm tra kích thước của bánh răng		
12.0	<input type="checkbox"/> Điều kiện tải trọng (lực tác dụng lên răng)		
13.0	<input type="checkbox"/> Thông số của vật liệu được chọn		
Phân bổ sung			
14.0	<input type="checkbox"/> Tính toán bộ truyền bánh răng từ khoảng cách trục		
15.0	<input type="checkbox"/> Công suất, làm mát và bề mặt hộp giảm tốc		
16.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế sơ bộ đường kính trục (bằng thép)		
17.0	<input type="checkbox"/> Tính toán môđun tương đương từ bánh răng hiện có		
18.0	<input type="checkbox"/> Phân tính toán phụ		
19.0	<input type="checkbox"/> Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD		

Bước 1: Lựa chọn loại bánh răng

+ Chọn bánh răng trụ răng thẳng: $\beta = 0^\circ$

+ Chọn bánh răng trụ răng nghiêng: $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$

4.0 **Thiết kế modul và hình dạng răng**



4.1 Số răng của BR chủ động/BR bị động

4.2 Góc ăn khớp

4.3 Góc nghiêng răng

4.4 Chọn tỷ số giữa chiều rộng và đường kính của BR chủ động

4.5 Tỷ số giữa chiều rộng và đường kính của BR chủ động

z	17	44	$i \leq z_1, z_2$
α	20		[°]
β	0		[°]
ψ_d / \max	0.9	< 1.4	Design gearing

Bước 2: Lựa chọn vật liệu bánh răng

Spur gearing, Helical gearing [mm/ISO]

i Check lines:12.6; BR chủ động BR bị động

ii Project information

2 + **Phân nhập dữ liệu**

1.0 Nhập các thông số chủ yếu

2.0 Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất

2.0 Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn : ISO

2.1 Vật liệu của BR chủ động :

2.2 Vật liệu của BR bị động :

2.3 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động -Ví dụ

2.4 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ

2.5 Kiểu lắp ghép bánh răng

2.6 Cấp chính xác - ISO 1328 [Ra max|v max

2.7 Hệ số quá tải

2.8 Thời gian làm việc yêu cầu

2.9 Hệ số an toàn (tiếp xúc/uốn)

2.10 Thiết kế tự động

3.0 Các thông số của dụng cụ cắt và dạng răng

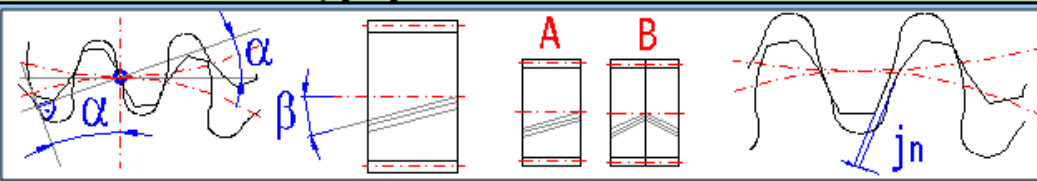
4.0 Thiết kế modul và hình dạng răng

5.0 Dịch chuyển đầu răng

D...Alloy cast steel G17CrMoV511 (Rm=650 MPa) normalized
D...Alloy cast steel G17CrMoV511 (Rm=650 MPa) normalized
D...Alloy cast steel G17CrMoV511 (Rm=800 MPa) heat treated
A...Structural steel Fe490(1052-82) (Rm=490 MPa) untreated
A...Structural steel Fe510(630-800) (Rm=510 MPa) untreated
A...Structural steel Fe590(1052-82) (Rm=588 MPa) untreated
A...Structural steel Fe690(1052-82) (Rm=686 MPa) untreated
A...Carbon structural steel C60E4(683f1-87) (Rm=540 MPa) normalized
A...Carbon structural steel C60E4(683f1-87) (Rm=640 MPa) heat treated
A...Carbon structural steel C60ER(683f1-87) (Rm=660 MPa) normalized
A...Carbon structural steel C60ER(683f1-87) (Rm=740 MPa) heat treated
C...Alloy structural steel T2(683f7-70) (Rm=883 MPa) heat treated
C,D...Alloy structural steel 42 CrV 6 (Rm=980 MPa) heat treated
D...Alloy structural steel 31NiCr 14 (Rm=932 MPa) heat treated
E...Carbon cast steel 30-57 (ISO 3755-76) (Rm=590 MPa) tooth face hard
E...Carbon cast steel 36 Mn 5 (Rm=700 MPa) tooth face hard
E...Carbon structural steel C50 E4 (Rm=640 MPa) tooth face hard
E,F...Alloy structural steel T2(683f7-70) (Rm=785 MPa) tooth face hard
E...Alloy structural steel 42 CrV 6 (Rm=980 MPa) tooth face hard
E,F...Alloy structural steel 42 CrV 6 (Rm=980 MPa) face hardened
F...Alloy structural steel 34CrNiMo6 (Rm=965 MPa) face hardened

Bước 3: Chọn kích thước bánh răng: Ta chọn trị số modul và số răng

4.0 **Thiết kế modul và hình dạng răng**



4.1 Số răng của BR chủ động/BR bị động	z	17	44	$i \leq z_1, z_2$
4.2 Góc ăn khớp	α	20		[°]
4.3 Góc nghiêng răng	β	0		[°]
4.4 Chọn tỷ số giữa chiều rộng và đường kính của BR chủ động				Design gearing
4.5 Tỷ số giữa chiều rộng và đường kính của BR chủ động	Ψ_d / \max	0.9	< 1.4	
4.6 Môđun/ Giá trị tiêu chuẩn	m_n	12	12	[mm]
4.7 Đường kính vòng chia của BR chủ động/BR bị động	d_1/d_2	204.00	12	[mm]
4.8 Bề rộng bánh răng khuyến dùng		114	14	[mm]
4.9 Bề rộng mặt mút (BR chủ động/BR bị động)	b_1/b_2	168.00	16	[mm]
4.10 Bề rộng bề mặt làm việc	b_w	14	20	[mm]
4.11 Tỷ số giữa chiều rộng và đường kính của BR chủ động	Ψ_d / \max	0.82	22	<input checked="" type="checkbox"/> [mm]
4.12 Khoảng cách trục	a_w	366	25	[mm]
4.13 Trọng lượng tương đương của bộ truyền bánh răng	m	319	28	[kg]
4.14 Hệ số an toàn nhỏ nhất	SH / SF	1.41	32	[mm]
			36	[mm]
			40	[kg]
			45	[mm]
			50	[kg]
			55	[mm]

Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm: Nhập các thông số truyền động: Chọn công suất, tỷ số truyền, số vòng quay...

Spur gearing, Helical gearing [mm/ISO]

i Check lines:12.6; BR chủ động BR bị động

ii Project information

? + **Phân nhập dữ liệu**

1.0 **Nhập các thông số chủ yếu**

1.1 Công suất truyền động	P_w [kW]	50,000	49,480	$\leq \text{Max. } P_w$
1.2 Tốc độ (BR chủ động / BR bị động)	n [/min]	1645.0	635.6	$i \leq n_1, n_2$
1.3 Moment xoắn (BR chủ động / BR bị động)	M_k [Nm]	290.27	743.49	$P_w \leq M_k, n$
1.4 Tỷ số truyền động / nhập từ bảng	i	2.59	1.80	
1.5 Tỷ số truyền động làm việc / hiệu suất	i	2.59	2.00	

2.0 Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất

3.0 Các thông số của dụng cụ cắt và dạng răng

4.0 Thiết kế modul và hình dạng răng

5.0 Dịch chuyển đầu răng

Phân kết quả

6.0 <input type="checkbox"/> Các kích thước cơ bản của bộ truyền bánh răng		5.60	6.30	
7.0 <input type="checkbox"/> Các thông số phụ của bộ truyền bánh răng		7.10	8.00	
		8.00	9.00	

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

+ Chọn các điều kiện tải trọng, kiểu lắp ghép,...

2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất			
2.0	Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn :	ISO	
2.1	Vật liệu của BR chủ động :	D...Alloy cast steel G17CrMoV511 (Fm=650 MPa) normalized	
2.2	Vật liệu của BR bị động :	E...Carbon structural steel C60ER(683H-87) (Fm=740 MPa) nitro-carbur	
2.3	Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động -Ví dụ	C...Va đập trung bình	
2.4	Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ	A...Liên tục	
2.5	Kiểu lắp ghép bánh răng	Bộ truyền bánh răng hai cạnh đối xứng - Loại 1	
2.6	Cấp chính xác - ISO1328 Ra max v max	6.....(Ra max.= 1.6 / v max.= 15)	
2.7	Hệ số quá tải	KAS	2.00
2.8	Thời gian làm việc yêu cầu	Lh	20000 [h]
2.9	Hệ số an toàn (tiếp xúc/uốn)	SH / SF	1.30 1.60
2.10	Thiết kế tự động	Spur gearing	Helical gearing

+ Kết quả tính toán: Kiểm tra hệ số an toàn của bộ truyền

10.0 <input checked="" type="checkbox"/> Hệ số an toàn			
10.1	Hệ số an toàn cho độ bền bề mặt	SH	0.66 1.14
10.2	Hệ số an toàn cho độ bền uốn	SF	4.31 8.87
10.3	Độ an toàn tiếp xúc quá tải một thời gian	SHst	1.04 1.37
10.4	Độ an toàn uốn quá tải một thời gian	SFst	7.01 14.07
10.5	Hệ số thay đổi cho tính toán xác suất hư hỏng	vH/vF	0.08 0.1
10.6	Xác suất hư hỏng	P	0.44 [%]
10.7	Ứng suất tiếp xúc danh nghĩa	SigmaH0	312.87 [MPa]
10.8	Ứng suất tiếp xúc	SigmaH	544.83 484.49 [MPa]
10.9	Ứng suất rỗ mòn giới hạn	SigmaHG	358.93 552.19 [MPa]
10.10	Ứng suất tiếp xúc cho phép	SigmaHP	276.10 424.76 [MPa]
10.11	Ứng suất chân răng danh nghĩa	SigmaF0	25.85 23.23 [MPa]
10.12	Ứng suất chân răng	SigmaF	61.54 55.31 [MPa]
10.13	Ứng suất chân răng giới hạn	SigmaFG	265.36 490.88 [MPa]
10.14	Ứng suất uốn giới hạn	SigmaFP	165.85 306.80 [MPa]

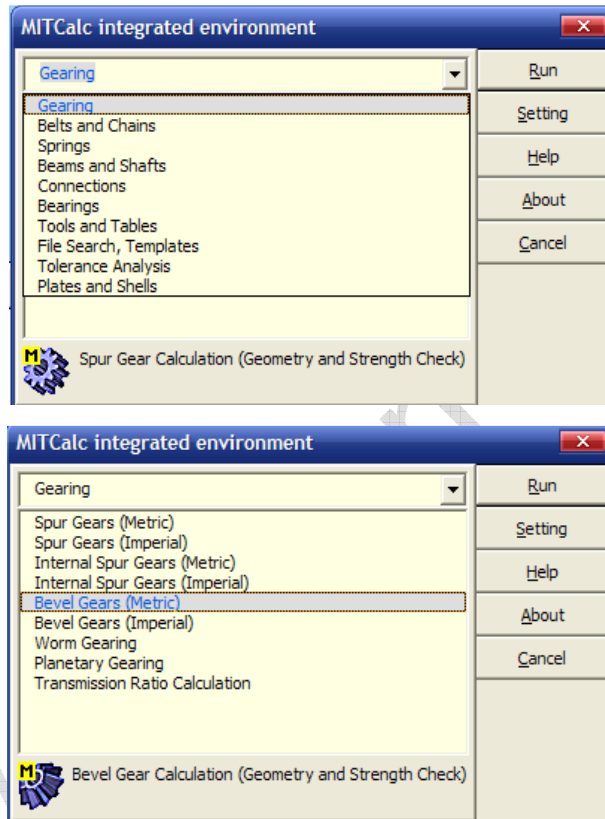
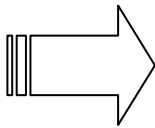
+ Kiểm tra vận tốc vòng của bộ truyền:

12.0 <input checked="" type="checkbox"/> Điều kiện tải trọng (lực tác dụng lên răng)			
12.1	Lực tiếp tuyến	Ft	15604.58 [N]
12.2	Lực danh nghĩa	Fn	16606.04 [N]
12.3	Lực dọc trục	Fa	0.00 [N]
12.4	Lực hướng tâm	Fr	5679.60 [N]
12.5	Mômen uốn	Mo	0.00 0.00 [Nm]
12.6	Vận tốc vòng trên đường kính vòng chia	v vmax	32.04 < 15 [m/s]
12.7	Tải riêng / Đơn vị tải	wt wt*	119.67 9.97 [N/mm MPa]

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

QUY TRÌNH LỰA CHỌN BÁNH RĂNG CÔN TRÊN PHẦN MỀM MITCALC 1.5:

+ Chọn chức năng tính toán thiết kế bánh răng côn:



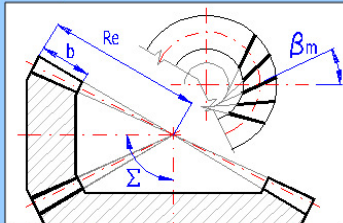
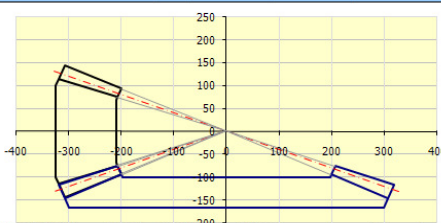
+ Giao diện của phần tính toán thiết kế bánh răng côn:

Phân nhập dữ liệu	
1.0	<input type="checkbox"/> Nhập các thông số đầu vào cơ bản
2.0	<input type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất
3.0	<input type="checkbox"/> Các thông số của dụng cụ cắt và dạng răng
4.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế môđun (Bước răng) và hình dạng của dụng cụ cắt răng
5.0	<input type="checkbox"/> Điều chỉnh dụng cụ cắt răng (Dịch chỉnh đầu răng)
Phân kết quả	
6.0	<input type="checkbox"/> Các kích thước cơ bản của bộ truyền bánh răng
7.0	<input type="checkbox"/> Sự cắt răng thẳng ảo
8.0	<input type="checkbox"/> Các chỉ số định tính của bộ truyền bánh răng
9.0	<input type="checkbox"/> Các hệ số tính toán độ an toàn
10.0	<input type="checkbox"/> Hệ số an toàn
11.0	<input type="checkbox"/> Điều kiện tải trọng (lực tác dụng lên răng)
12.0	<input type="checkbox"/> Thông số của vật liệu được chọn
Phân bổ sung	
13.0	<input type="checkbox"/> Công suất, làm mát và bề mặt hộp giảm tốc
14.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế sơ bộ đường kính trục (bằng thép)
15.0	<input type="checkbox"/> Phân tính toán phụ
16.0	<input type="checkbox"/> Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD

Bước 1: Lựa chọn loại bánh răng

- Chọn bánh răng côn răng thẳng: $\beta_m = 0^\circ$
- Chọn bánh răng côn răng nghiêng: $\beta_m = 8^\circ \div 20^\circ$

Bevel gearing with straight, oblique and curved teeth [mm/DIN]			
i	Calculation without errors.	BR chủ động	BR bị động
4.0	<input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế môđun (Bước răng) và hình dạng của dụng cụ cắt răng	z	18 45 i <= z1,z2
4.1	Số răng của BR chủ động / BR bị động	Σ	90 90 [°]
4.2	Góc của đường tâm trục	α	20.0 25.0 [°]
4.3	A. Góc áp suất ngang	β_m	30.0 0 [°]
4.4	Góc nghiêng răng cơ sở	Tay trái	
4.5	Hướng của bước răng (BR chủ động)	Re/b	0,35 < 0,35 Design gearing
4.6	Bề rộng của dụng cụ cắt răng đến mặt phẳng của mặt nón (b/Re)	met	14.000 10 [mm]
4.7	Bề rộng của dụng cụ cắt răng đến mặt phẳng của mặt nón (b/Re)	b	119 < 119 [mm]
4.8	A. Môđun ngang (phía ngoài)	m	141.359 [kg]
4.9	Bề rộng mặt răng / Giá trị khuyến dùng lớn nhất	SH / SF	1.425 12.663
4.10	Trong lượng tương đương của bộ truyền bánh răng		
4.11	Hệ số an toàn nhỏ nhất		

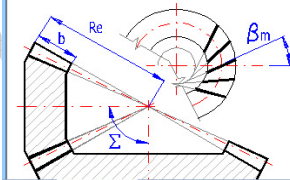




Bước 2: Lựa chọn vật liệu bánh răng

Bevel gearing with straight, oblique and curved teeth [mm/DIN]	
i	Calculation without errors. BR chủ động BR bị động
ii	Project information
Phân nhập dữ liệu	
1.0	<input type="checkbox"/> Nhập các thông số đầu vào cơ bản
2.0	<input checked="" type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất
2.0	Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn : ISO
2.1	Vật liệu của BR chủ động : A...Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=740 MPa) heat treated
2.2	Vật liệu của BR bị động : A...Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=740 MPa) heat treated
2.3	Tải trọng của hộp giảm : C...Alloy structural steel T2(683/7-70) (Rm=883 MPa) heat treated
2.4	Tải trọng của hộp giảm : C...Alloy structural steel T2(683/7-70) (Rm=883 MPa) heat treated
2.5	Kiểu lắp ghép bánh răng : E...Carbon cast steel 36 Mn 5 (Rm=700 MPa) tooth face hard.
2.6	Cấp chính xác - DIN396 : E...Carbon structural steel C50 E4 (Rm=640 MPa) tooth face hard.
2.7	Hệ số quá tải : E...Alloy structural steel 42 Cr V 6 (Rm=980 MPa) tooth face hard.
2.8	Thời gian làm việc yêu cầu : E...Alloy structural steel 42 Cr V 6 (Rm=980 MPa) face hardened
2.9	Hệ số an toàn (tiếp xúc) : F...Alloy structural steel 34CrNiMo6 (Rm=965 MPa) face hardened
2.10	Thiết kế tự động : F...Alloy structural steel 42 Mn V 7 (Rm=800 MPa) nitridated
3.0	<input type="checkbox"/> Các thông số của
4.0	<input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế môđun (B
4.1	Số răng của BR chủ động : E...Carbon structural steel C10 (Rm=440 MPa) case-hardened
4.2	Góc của đường tâm trục : Σ 90 90 [°]
4.3	A. Góc áp suất ngang : α 20.0 25.0 [°]

Bước 3: Chọn kích thước bánh răng: Ta chọn trị số môđun và số răng

Bevel gearing with straight, oblique and curved teeth [mm/DIN]	
i	Calculation without errors. BR chủ động BR bị động
4.0	<input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế môđun (Bức răng) và hình dạng của dụng cụ cắt răng
4.1	Số răng của BR chủ động / BR bị động : z 18 45 i <= 21,22
4.2	Góc của đường tâm trục : Σ 90 90 [°]
4.3	A. Góc áp suất ngang : α 20.0 25.0 [°]
4.4	Góc nghiêng răng cơ sở : βm 30.0 0 [°]
4.5	Hướng của bước răng (BR chủ động) : Tay trái
4.6	Bề rộng của dụng cụ cắt răng đến mặt phẳng của mặt nón (b/Re)
4.7	Bề rộng của dụng cụ cắt răng đến mặt phẳng của mặt nón (b/Re)
4.8	A. Môđun ngang (phía ngoài) : Re/b 0.35 < 0.35
4.9	Bề rộng mặt răng / Giá trị khuyến dùng lớn nhất : met 14,000 10 [mm]
4.10	Trong lượng tương đương của bộ truyền bánh răng : b 119 10 [mm]
4.11	Hệ số an toàn nhỏ nhất : m 141 12 [kg]
	SH / SF 1,927 16

Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm

+ Nhập các thông số truyền động: Chọn công suất, tỷ số truyền, tốc độ,...

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Bevel gearing with straight, oblique and curved teeth [mm/DIN]				
i Calculation without errors.		BR chủ động	BR bị động	
ii <input type="checkbox"/> Project information				
? + Phần nhập dữ liệu				
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Nhập các thông số đầu vào cơ bản				
1.1 Công suất truyền động	Pw [kW]	50.000	49.430	<= Max. Pw
1.2 Tốc độ (BR chủ động/BR bị động)	n [/min]	1000.0	400.0	i <= n1,n2
1.3 Moment xoắn (BR chủ động/BR bị động)	Mk [Nm]	477.50	1180.14	Pw <= Mk,n
1.4 Tỷ số truyền động / Nhập từ bảng	i	2,50	2,50	
1.5 Tỷ số truyền động làm việc / hiệu suất	i	2.5000	2.50	*2,8
2.0 <input type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất				
3.0 <input type="checkbox"/> Các thông số của dụng cụ cắt và dạng răng				
4.0 <input type="checkbox"/> Thiết kế mô đun (Bước răng) và hình dạng của dụng cụ cắt răng				
5.0 <input type="checkbox"/> Điều chỉnh dụng cụ cắt răng (Đỉnh chỉnh đầu răng)				

+ Chọn các điều kiện tải trọng, kiểu lắp ghép,...

2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất	
2.0 Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn :	ISO
2.1 Vật liệu của BR chủ động	A...Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=740 MPa) heat treated
2.2 Vật liệu của BR bị động	A...Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=660 MPa) normalized
2.3 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động - Ví dụ	A...Liên tục
2.4 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ	A...Liên tục
2.5 Kiểu lắp ghép bánh răng	A...Liên tục
2.6 Cấp chính xác - DIN3965 / ISO1328 Ra max v max	C...Va đập trung bình
2.7 Hệ số quá tải	D...Va đập lớn

+ Chọn cấp chính xác của bánh răng

2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất	
2.0 Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn :	ISO
2.1 Vật liệu của BR chủ động	A...Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=740 MPa) heat treated
2.2 Vật liệu của BR bị động	A...Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=660 MPa) normalized
2.3 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động - Ví dụ	A...Liên tục
2.4 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ	A...Liên tục
2.5 Kiểu lắp ghép bánh răng	C...Bộ truyền bánh răng hai cạnh đối xứng - loại 1
2.6 Cấp chính xác - DIN3965 / ISO1328 Ra max v max	3 / 4.....(Ra max. = 0.4 / v max. = 40)
2.7 Hệ số quá tải	KAS 2 / 3.....(Ra max. = 0.2 / v max. = 50)
2.8 Thời gian làm việc yêu cầu	Lh 3 / 4.....(Ra max. = 0.4 / v max. = 40)
2.9 Hệ số an toàn (tiếp xúc/uốn)	SH / SF 4 / 5.....(Ra max. = 0.8 / v max. = 30)
2.10 Thiết kế tự động	5 / 6.....(Ra max. = 1.6 / v max. = 20)
	6 / 7.....(Ra max. = 1.6 / v max. = 12)
	7 / 8.....(Ra max. = 3.2 / v max. = 8)
	8 / 9.....(Ra max. = 6.3 / v max. = 5)

+ Kết quả tính toán: Kiểm tra độ an toàn bền uốn và bền tiếp xúc quá tải của bộ truyền

Bevel gearing with straight, oblique and curved teeth [mm/DIN]			
i Calculation without errors.		BR chủ động	BR bị động
10.0 <input checked="" type="checkbox"/> Hệ số an toàn			
10.1	Hệ số an toàn cho độ bền bề mặt	SH	2.19
10.2	Hệ số an toàn cho độ bền uốn	SF	17.97
10.3	Độ an toàn tiếp xúc quá tải một thời gian	SHst	2.46
10.4	Độ an toàn uốn quá tải một thời gian	SFst	24.67
10.5	Ứng suất tiếp xúc danh nghĩa	SigmaH0	133.82
10.6	Ứng suất tiếp xúc	SigmaH	246.29
10.7	Ứng suất rỗ mòn giới hạn	SigmaHG	538.38
10.8	Ứng suất tiếp xúc cho phép	SigmaHP	414.14
10.9	Ứng suất chân răng danh nghĩa	SigmaF0	6.56
10.10	Ứng suất chân răng	SigmaF	22.22
10.11	Ứng suất chân răng giới hạn	SigmaFG	399.21
10.12	Ứng suất uốn giới hạn	SigmaFP	249.51

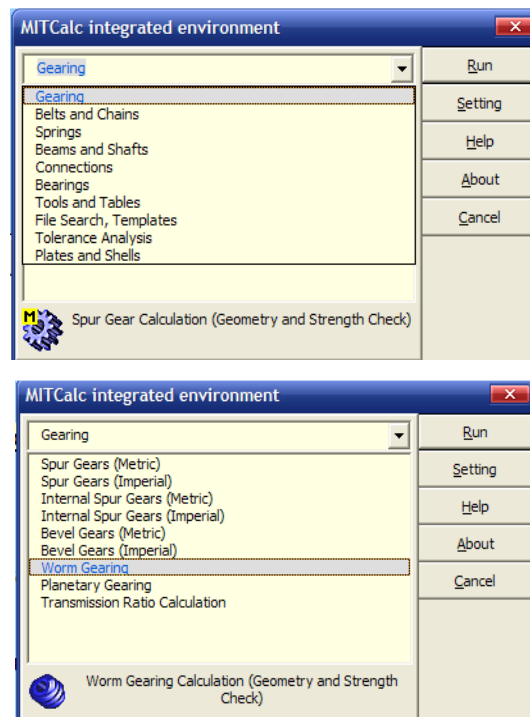
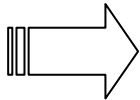
+ Kiểm tra vận tốc vòng của bộ truyền

Bevel gearing with straight, oblique and curved teeth [mm/DIN]			
i Calculation without errors.		BR chủ động	BR bị động
10.11	Ứng suất chân răng giới hạn	SigmaFG	399.21
10.12	Ứng suất uốn giới hạn	SigmaFP	249.51
11.0 <input checked="" type="checkbox"/> Điều kiện tải trọng (lực tác dụng lên răng)			
11.1	Lực tiếp tuyến	Ft	4595.67
11.2	Lực danh nghĩa	Fn	5564.00
11.3	Lực dọc trục - (chiều quay trên hình)	Fa	3084.76
11.4	Lực hướng tâm - (chiều quay trên hình)	Fr	567.64
11.5	Lực dọc trục - (chiều quay ngược với hình)	Fa	-1842.32
11.6	Lực hướng tâm - (chiều quay ngược với hình)	Fr	2538.46
11.7	Vận tốc vòng trên đường kính vòng chia	v vmax	10.88
11.8	Tải riêng / Đơn vị tải	wt wt*	45.43

QUY TRÌNH LỰA CHỌN BÁNH VÍT –TRỤC VÍT TRÊN PHẦN MỀM MITCALC 1.5:

+ Chọn chức năng tính toán thiết kế bánh vít trục vít:

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN



+ Giao diện của phần tính toán thiết kế trục vít - bánh vít:

i	Calculation without errors.	Trục vít	Bánh vít
ii	<input type="checkbox"/> Project information		
2	- Phần nhập dữ liệu		
1.0	<input type="checkbox"/> Nhập các thông số chủ yếu		
2.0	<input type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất		
3.0	<input type="checkbox"/> Thông số của Profile răng		
4.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế hình dạng của dụng cụ cắt răng		
	+ Phần kết quả		
5.0	<input type="checkbox"/> Kích thước cơ bản của bộ truyền (DIN 3975)		
6.0	<input type="checkbox"/> Hiệu suất và mất mát (DIN 3996)		
7.0	<input type="checkbox"/> Khả năng chống tải trọng mài mòn (DIN 3996)		
8.0	<input type="checkbox"/> Sự chống rỗ bề mặt (DIN 3996)		
9.0	<input type="checkbox"/> Độ võng của trục vít (DIN 3996)		
10.0	<input type="checkbox"/> Độ bền chân răng (DIN 3996)		
11.0	<input type="checkbox"/> An toàn nhiệt (DIN 3996), Sự phân tích nhiệt		
12.0	<input type="checkbox"/> Kích thước của bộ truyền bánh vít trục vít trụ (AGMA 6022-C93)		
13.0	<input type="checkbox"/> Độ an toàn (ANSI/AGMA 6034-B92)		
14.0	<input type="checkbox"/> Điều kiện tải trọng (Các lực tác dụng lên răng)		
15.0	<input type="checkbox"/> Các thông số của vật liệu được chọn		
	+ Phần bổ sung		
16.0	<input type="checkbox"/> Tính toán bộ truyền bánh răng khi biết trước khoảng cách trục		
17.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế sơ bộ đường kính trục (bằng thép)		
18.0	<input type="checkbox"/> Tính toán bổ sung		
19.0	<input type="checkbox"/> Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD		

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Bước 1: Lựa chọn dạng trục vít (profile)

Theo tiêu chuẩn ISO/TR 10828-1997 (E) trục vít có các dạng sau:

Dạng A (ZA)	Trục vít Archimède
Dạng C (ZT)	Trục vít có biên dạng lõm trong mặt phẳng dọc trục
Dạng I (ZI)	Trục vít thân khai
Dạng N (ZN)	Trục vít Convolute
Dạng K (ZK)	Trục vít có biên dạng lồi trong mặt phẳng dọc trục

2.0 Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất

2.0 Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn : ISO

2.1 Vật liệu của trục vít: Alloy structural steel TYPE 5 (Rm=785 MPa) case-hardened

2.2 Vật liệu của bánh vít: Bronze (centrifugal cast) CuSn12Ni2-C-GZ (DIN EN 1982) - Stranguss (Rm=300 MPa)

2.3 Loại trục vít (kiểu Profin): ZN (N) Wormgear

2.4 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động - Ví dụ: ZA (A) Wormgear, ZN (N) Wormgear

2.5 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ: ZI (I) Wormgear, ZK (K) Wormgear, ZH (C) Wormgear

2.6 Phương pháp bôi trơn

Bước 2: Lựa chọn vật liệu cho bánh vít và trục vít

Worm gearing

i Calculation without errors. Trục vít Bánh vít

ii Project information

? - Phần nhập dữ liệu

1.0 Nhập các thông số chủ yếu

2.0 Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất

2.0 Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn : ISO

2.1 Vật liệu của trục vít: Alloy structural steel TYPE 5 (Rm=785 MPa) case-hardened

2.2 Vật liệu của bánh vít: Alloy structural steel 34CrNiMo6 (Rm=965 MPa) face hardened, Alloy structural steel 34CrNiMo6 (Rm=965 MPa) face hardened, Alloy structural steel 42 MnV 7 (Rm=800 MPa) nitridated, Alloy structural steel 30 CrV 9 (Rm=800 MPa) nitridated, Alloy structural steel 30CrMoV9 (Rm=800 MPa) nitridated, Alloy structural steel 34CrNiMo6 (Rm=965 MPa) nitridated, Alloy structural steel T2(683/7-70) (Rm=1570 MPa) nitro-case-hard.

2.3 Loại trục vít (kiểu Profin): Carbon structural steel C10 (Rm=440 MPa) case-hardened, Carbon structural steel C15E4 (Rm=495 MPa) case-hardened, Alloy structural steel TYPE 5 (Rm=785 MPa) case-hardened, Alloy structural steel 35CrMo4 (Rm=880 MPa) case-hardened, Alloy structural steel 15NiCr16 (Rm=880 MPa) case-hardened, Alloy structural steel 14NiCr14 (Rm=932 MPa) case-hardened, Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=740 MPa) nitro-carburized, Carbon structural steel C60ER(683/1-87) (Rm=740 MPa) nitro-carburized, Carbon structural steel C50 E4 (Rm=640 MPa) face hardened, Alloy structural steel T2(683/7-70) (Rm=785 MPa) face hardened

2.4 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động - Ví dụ

2.5 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ

2.6 Phương pháp bôi trơn: Grey cast iron Gr.200 (Rm=200 MPa), Grey cast iron Gr.250 (Rm=250 MPa), Grey cast iron Gr.300 (Rm=300 MPa)

2.7 Loại dầu bôi trơn

2.8 Ký hiệu đầu _ Lựa chọn

2.9 Độ nhớt động học cho nhiệt độ 40

2.10 Trọng lượng riêng của chất bôi trơn

2.11 Độ nhám trung bình của trục vít

2.12 Hệ số ứng dụng

2.13 Thời gian làm việc yêu cầu

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm

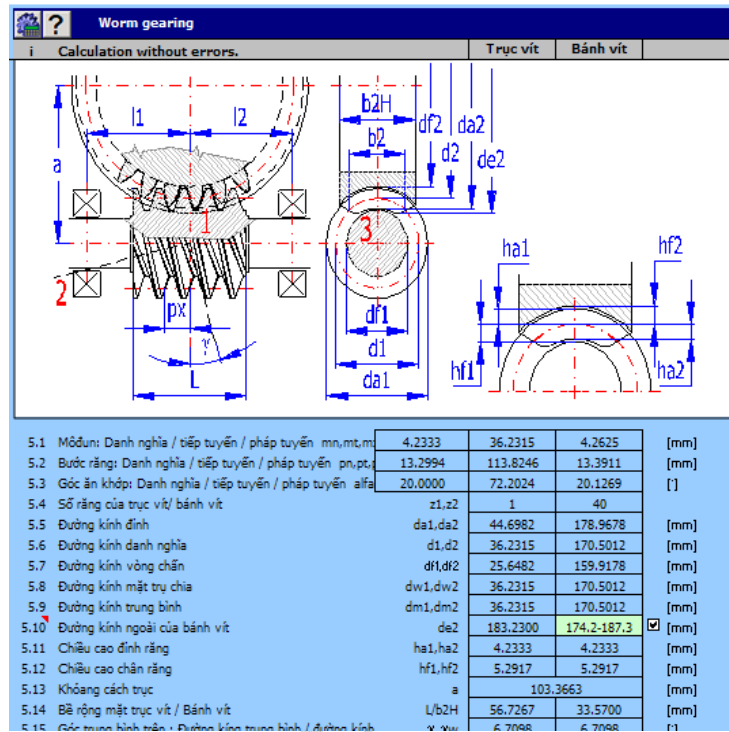
Nhập các thông số truyền động: Chọn công suất, tỷ số truyền, số vòng quay...

Worm gearing				
i Calculation without errors.		Trục vít	Bánh vít	
ii <input type="checkbox"/> Project information				
Phân nhập dữ liệu				
1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Nhập các thông số chủ yếu				
1.1 Đơn vị tính toán		SI Units (N, mm, kW...)		
1.2 Trục vít / Bánh vít bị dẫn		Trục vít		
1.3 Công suất truyền động	Pw [kW]	3.947	3.000	<= Max. Pw
1.4 Tốc độ (trục vít/ bánh vít)	n [1/min]	1500.00	37.50	i <= n1,n2
1.5 Moment xoắn (Trục vít/ bánh vít)	Mk [Nm]	25.13	763.94	Pw2 <= Mk2,n2
1.6 Tỷ số truyền động (nhập từ bảng)	i	40.00	40.00	
1.7 Tỷ số truyền động làm việc / hiệu suất	i	40.00	0.00%	

Chọn các điều kiện tải trọng, kiểu lắp ghép...

2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Các thông số về vật liệu, điều kiện tải trọng, làm việc và sản xuất				
2.0 Xác định vật liệu từ các tiêu chuẩn :		ISO		
2.1 Vật liệu của trục vít:		Alloy structural steel TYPE 5 (Rm=785 MPa) case-hardened		
2.2 Vật liệu của bánh vít		Bronze (centrifugal cast) CuSn12Ni2-C-GZ (DIN EN 1982) - Strangguss (Rm=300 MPa)		
2.3 Loại trục vít (kiểu Profin)		ZN (N) Wormgear		
2.4 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy truyền động - Ví dụ		A..Liên tục		
2.5 Tải trọng của hộp giảm tốc, máy công tác - Ví dụ		A..Liên tục		
2.6 Phương pháp bôi trơn		Bôi trơn ngâm dầu trục vít		
2.7 Loại dầu bôi trơn		Dầu trên nền Polyglycols (PEG)		
2.8 Ký hiệu dầu _ Lựa chọn		ISO VG - 220 (AGMA no 5)		
2.9 Độ nhớt động học cho nhiệt độ 40°C và 100°C	ν_{40}, ν_{100}	220.00	40.00	[mm ² /s]
2.10 Trọng lượng riêng của chất bôi trơn ở 15°C	ρ_{oil15}	1.060		[kg/dm ³]
2.11 Độ nhám trung bình của trục vít	Ra1	0.50		[microm]
2.12 Hệ số ứng dụng	KA	1.00	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>
2.13 Thời gian làm việc yêu cầu	Lh	25000		[h]

+ Kết quả tính toán kích thước cơ bản của bộ truyền (trích)

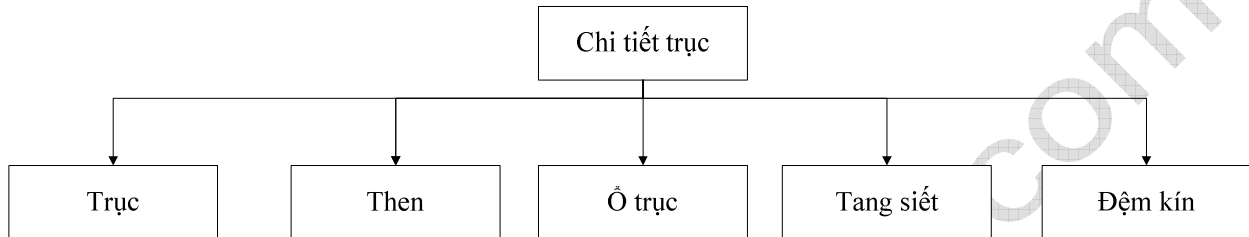


Kiểm tra các hệ số an toàn của khả năng chống mòn, tróc rỗ, độ bền nhiệt...

	Trục vít	Bánh vít	
7.17 Sự mài mòn ở tiết diện ngang	đWn	0.817135647	[mm]
7.18 Độ mài mòn cho phép của cạnh răng	đWlimn	1.270	< 3.568 [mm] ✓
7.19 Độ an toàn mài mòn	SW	1.55	
8.0 ✓ Sự chống rỗ bề mặt (DIN 3996)			
8.1 Hệ số tuổi thọ	Zh	1.000	
8.2 Hệ số vận tốc	Zv	0.853	
8.3 Hệ số kích cỡ	Zs	0.999	
8.4 Hệ số tỷ số truyền động	Zu	1.000	
8.5 Hệ số bôi trơn	Zoil	1.000	
8.6 Độ chống rỗ bề mặt	σHlimT	520.00	[MPa]
8.7 Giá trị giới hạn của ứng suất tiếp xúc	σHG	443.52	[MPa]
8.8 Độ an toàn chống rỗ bề mặt	SH	1.12	
9.0 ✓ Độ võng của trục vít (DIN 3996)			
9.1 Khoảng cách của ổ bên trái	l1	89.4839	[mm]
9.2 Khoảng cách của ổ bên phải	l2	89.4839	[mm]
9.3 Phản lực của ổ bên trái	RA	1930.88	[N]
9.4 Phản lực của ổ bên phải	RB	1930.88	[N]
9.5 Độ võng của trục vít	đm	0.06370	[mm]
9.6 Độ võng cho phép của trục vít	đlim	0.08258	[mm]
9.7 Độ an toàn cho độ võng của trục vít	Sđ	1.30	

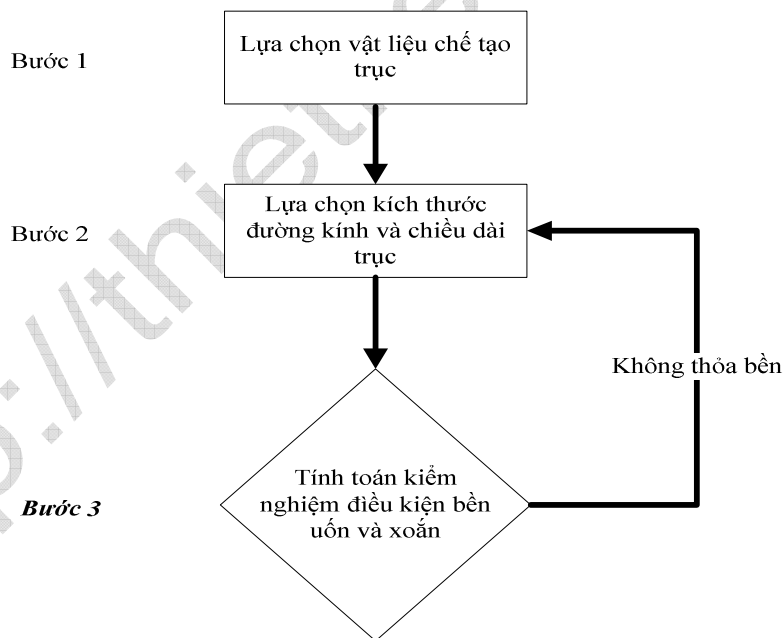
HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

5 Quy trình lựa chọn trục và các chi tiết trên trục



Hình 11 Phân loại trục và các chi tiết trên trục

Trục là chi tiết máy để đỡ các chi tiết quay, truyền moment xoắn hoặc thực hiện cả hai nhiệm vụ trên. Tính toán thiết kế trục là ta tìm các thông số hình học của trục như chiều dài, đường kính thỏa mãn điều kiện bền uốn hoặc bền xoắn hoặc cả hai. Kích thước đường kính các đoạn trục và đầu trục được tiêu chuẩn.



Hình 12 Quy trình lựa chọn trục

Bước 1: Chọn vật liệu chế tạo trục

Vật liệu sẽ quyết định giới hạn bền của trục, vì vậy, tùy vào tải trọng tác dụng mà ta chọn vật liệu thích hợp, các vật liệu thông dụng theo bảng sau.

Bảng 5 Cơ tính một số vật liệu chế tạo trục

Tên vật liệu	Khối lượng riêng	Môđun đàn hồi		Độ bền kéo	Độ bền kéo
		Kéo	Xoắn	$\sigma_{(Rm)min}$	$\sigma_{(Rm)max}$
	kg/m ³	MPa	MPa	MPa	MPa
Thép xây dựng	7850	210000	80000	350	700
Thép hóa bền và thép hợp kim	7850	210000	80000	500	1400
Thép thấm Cacbon	7850	210000	80000	700	1200
Gang xám	7200	188000	78300	100	350
Hợp kim nhẹ	2800	73000	27400	100	450

Bước 2: Chọn kích thước đường kính, chiều dài trục:

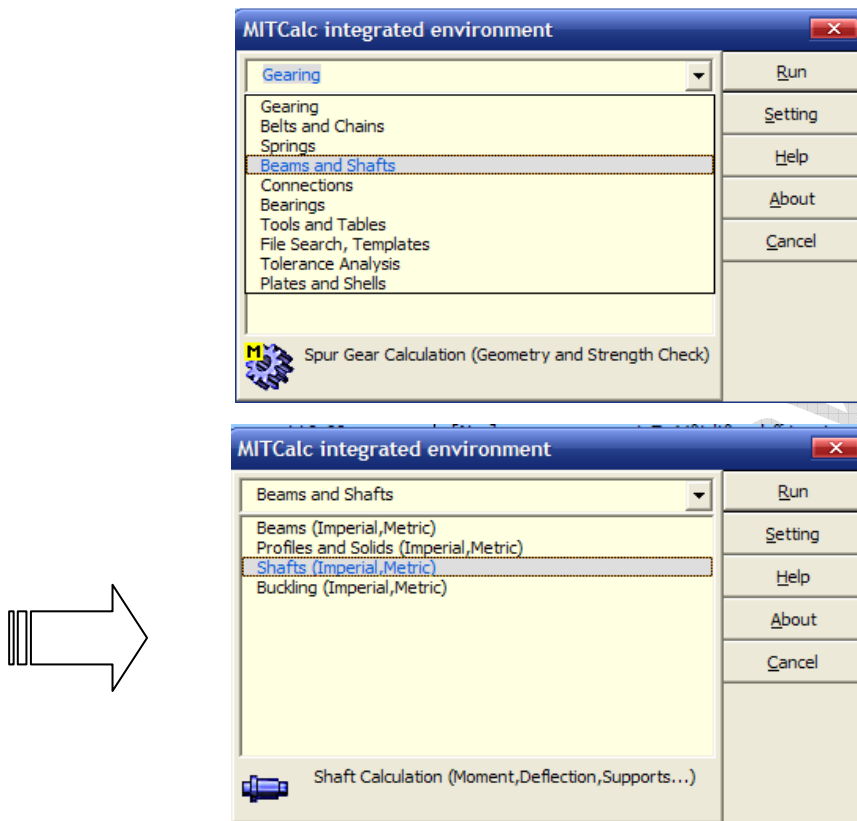
Tùy vào kết cấu của máy mà ta sẽ định chiều dài và đường kính trục thích hợp. Thông thường ta sẽ chọn đường kính trục theo đường kính tiêu chuẩn của lỗ chi tiết lắp với trục (chi tiết quay, chi tiết ổ,...)

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm trục

Trong bước này, ta sẽ xác định tải trọng tác dụng lên trục, tính toán ứng suất và so sánh với ứng suất cho phép của vật liệu được chọn. Trục sẽ chịu hai tải trọng là uốn và xoắn.

QUY TRÌNH LỰA CHỌN TRỤC TRÊN PHẦN MỀM MITCALC 1.5:

+ Chọn chức năng tính toán thiết kế trục:



+ Giao diện của phần tính toán thiết kế trục:

Shaft design and calculation		Shaft calculation	Clear table of results
i	Calculation without errors.		
ii	Project information		
?	Phân nhập dữ liệu		
1.0	Thiết kế sơ bộ đường kính trục		
2.0	Hình dạng trục và kích thước		
3.0	Các rãnh và cổ trục		
4.0	Lực tác dụng lên trục		
5.0	Chi tiết quay		
6.0	Vật liệu và kiểu tải trọng		
?	Phân kết quả		
7.0	Kết quả - Tóm tắt		
8.0	Graph - Deflection, Bending angle		
9.0	Graph - Bending moment, Bending stress		
10.0	Graph - Radial force, Stress in shear		
11.0	Graph - Axial force, Torsional moment		
12.0	Graph - Torsional angle, Reduced stress, Safety coefficient		
13.0	Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD		

Bước 1: Lựa chọn vật liệu chế tạo trục

6.0 <input checked="" type="checkbox"/> Vật liệu và kiểu tải trọng			
6.1 Vật liệu trục (Độ bền kéo giới hạn min-max)			
E...Hợp kim nhẹ (100 - 450)	345	[MPa]	
A...Thép xây dựng (350 - 700)	595	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
B...Thép hóa bền và thép hợp kim (500 - 1400)	417	[MPa]	
C...Thép thấm Cacbon (700 - 1200)	541	[MPa]	
D...Gang xám (100 - 350)	250	[MPa]	
E...Hợp kim nhẹ (100 - 450)	250	[MPa]	
6.5 Giới hạn chảy khi cắt	S_{Ys}/R_{e_s}	[MPa]	

Bước 2: Lựa chọn kích thước đường kính, chiều dài trục

2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Hình dạng trục và kích thước											
2.1 Tỷ lệ của đường kính trục hiển thị										Đơn vị tính toán	Đơn vị SI (N, mm, kW...)
2.2	Table	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Origin	0.00	10.00	20.00	50.00	120.00	130.00	140.00	160.00	210.00	210.00
	L	10.000	10.000	30.000	70.000	10.000	10.000	20.000	50.000		
	$\varnothing Da$	30.000	30.000	50.000	60.000	45.000	40.000	30.000	25.000		
	$\varnothing Db$	30.000	30.000	50.000	60.000	45.000	40.000	30.000	25.000		
	$\varnothing da$	0.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000		
	$\varnothing db$	0.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000		
	R	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
2.3	Tổng chiều dài trục					210.00					
2.4	Chiều dài lắp gối đỡ bên trái (Ổ trục)				Fixed	10.00					
2.5	Chiều dài lắp gối đỡ bên phải (Ổ trục)				Free	160.00					
2.6	Bề mặt trục (độ nhám Ra)										F. Không sửa đổi (25)

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm:

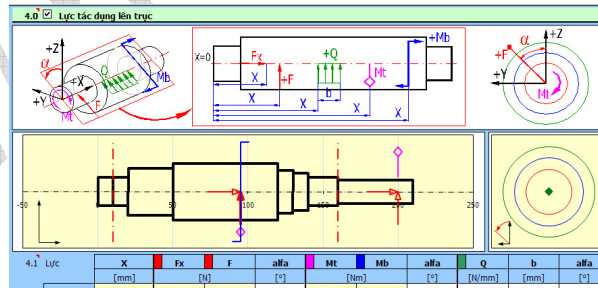
Nhập các thông số truyền động: Chọn công suất, tỷ số truyền, tốc độ

Đơn vị SI (N, mm, kW...)	Giá trị	Đơn vị	Mô tả
[kW]	18.64	[kW]	1.6 Lực tác dụng lên trục
[/min]	1500	[/min]	C... Xoắn lặp lại + uốn
[Nm]	118.69	[Nm]	1.7 Vật liệu chế tạo trục
[mm]	31.92	[mm]	C... Thép xây dựng độ bền cao (1200)

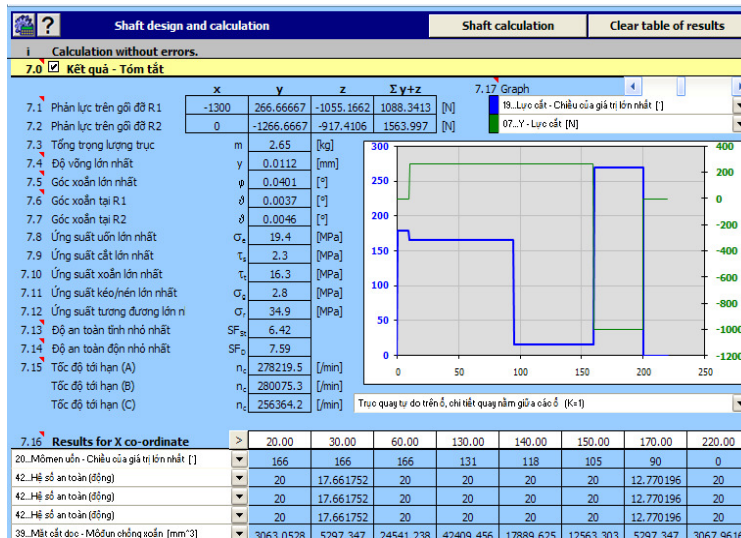
Nhập kiểu tải trọng

Loại tải trọng	Giá trị	Đơn vị
6.17 Tải trọng không đối xứng	Yes	
6.18 Hệ số an toàn lớn nhất	20	
6.19 Hệ số tỷ số tải	α_Q 0.85	
6.20 Hệ số của tải trọng lớn nhất	1.70	
6.21 Uốn	1.70	
6.22 Lực hướng tâm	1.70	
6.23 Mômen xoắn	1.70	
6.24 Kéo / Nén	1.70	
6.25 Điều kiện tải trọng		
6.26 Tải trọng từ mômen uốn	C... Đố chiều	
6.27 Tải trọng từ lực hướng tâm	C... Đố chiều	
6.28 Tải trọng từ mômen xoắn	B... Lặp lại	
6.29 Tải trọng từ lực kéo/nén	B... Lặp lại	
6.30 Kiểm tra độ bền động		
6.31 Va đập từ bề mặt trục	Yes	
6.32 Va đập từ kích cỡ trục	Yes	
6.33 Va đập tại vị trí tập trung ứng suất (vẽ)	Yes	

+ Nhập giá trị tải trọng tác dụng lên trục:



+ Kết quả tính toán



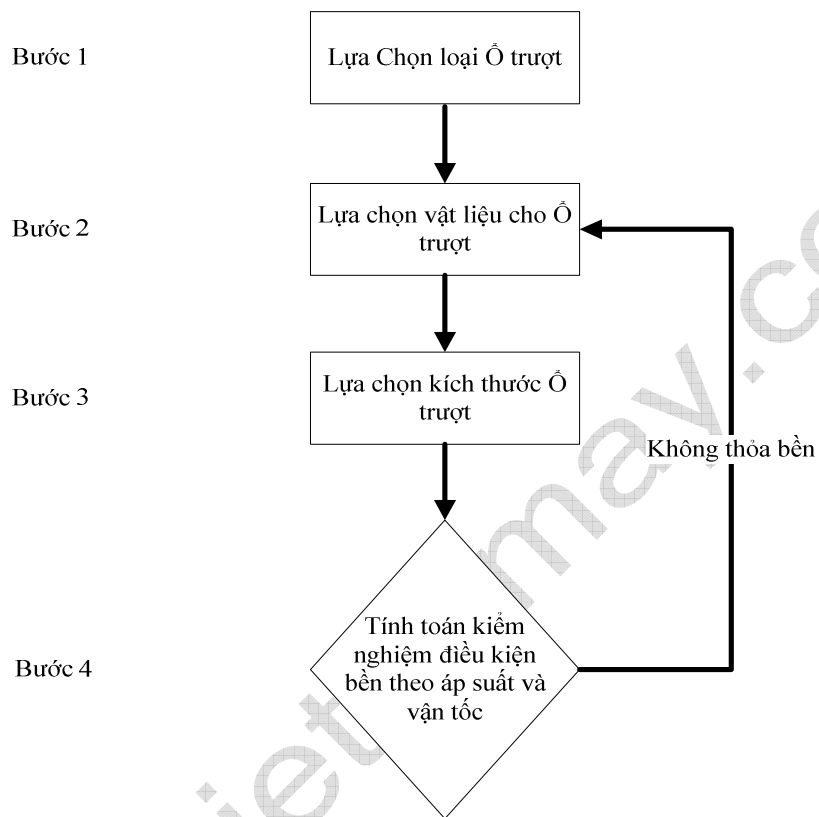
6 Quy trình lựa chọn ổ trục

A. Quy trình lựa chọn ổ trượt

Ổ trượt là 1 loại ổ trục, dùng để đỡ các trục quay. Nó là khâu liên kết giữa trục và giá đỡ, nhằm mục đích giảm ma sát. Ổ trượt nhận tải trọng từ trục, truyền đến giá đỡ

Việc lựa chọn ổ trượt sẽ phụ thuộc vào kích thước lỗ trên vỏ hộp, đường kính trục lắp với ổ, chiều dày vỏ hộp và yêu cầu về động lực học (vận tốc, ma sát,...)

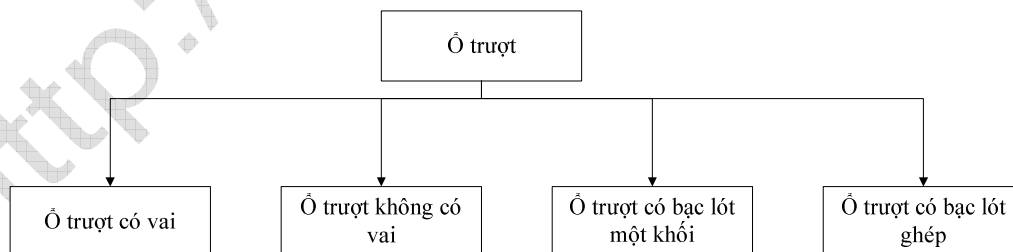
Các thông số tiêu chuẩn của ổ trượt gồm có: Loại ổ, đường kính ổ



Hình 13 Quy trình lựa chọn ổ trượt

Bước 1: Lựa chọn hình dạng ổ trượt

Tùy theo điều kiện kỹ thuật mà ta chọn hình dạng ổ trượt sao cho thích hợp.



Hình 14 Phân loại ổ trượt

Bước 2: Lựa chọn vật liệu ổ trượt

Vật liệu ổ trượt là quan trọng, vì nó góp phần vào tuổi thọ làm việc của ổ trượt. Trong quá trình làm việc, ổ trượt chịu ảnh hưởng lớn của lực ma sát giữa lót ổ và trục, giữa vòng ngoài ổ và lỗ trên vỏ hộp. Nếu ta lựa chọn các vật liệu mềm thì rất nguy hiểm cho mối ghép, khi đó, khe hở sẽ xuất hiện rất nhanh, kéo theo các dạng hỏng của các chi tiết liên quan. Tiêu chuẩn ISO 3547-4:2006 có quy định tính chất của một số vật liệu làm ổ trượt. Người thiết kế có thể tham khảo theo tiêu chuẩn này để tìm loại vật liệu chế tạo ổ trượt thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật.

Ta nhận thấy rằng trong tiêu chuẩn trên có cột hướng dẫn cách chọn vật liệu cho ổ trượt tùy vào ứng dụng cụ thể. Sau khi chọn được vật liệu thích hợp, ta sẽ lựa chọn kích thước của ổ trượt.

Bước 3: Lựa chọn kích thước của ổ trượt

Kích thước cơ bản của ổ trượt bao gồm đường kính ngoài, đường kính trong và chiều dài ổ. Tùy theo kích thước của lỗ trên vỏ hộp và đường kính trục mà ta chọn ổ trượt có kích thước thích hợp.

Sau khi xác định được đường kính ổ trượt lắp với lỗ trên vỏ máy theo điều kiện bôi trơn ma sát ướt, ta sẽ chọn đường kính trong của ổ trượt lắp với trục truyền động.

Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm ổ trượt

Sau khi chọn được ổ trượt, ta sẽ tiến hành kiểm nghiệm bền mòn then áp suất p hoặc tích p_v và so sánh giá trị cho phép $[p]$ và $[p_v]$.

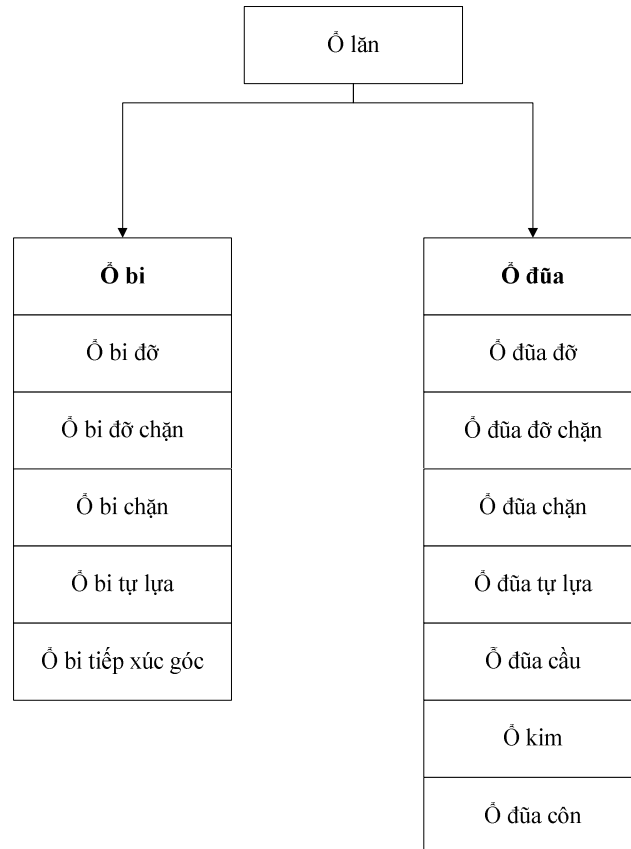
B. Quy trình lựa chọn ổ lăn

Việc lựa chọn ổ lăn đôi khi khó khăn vì có rất nhiều ổ lăn hiện có trên thị trường như Ổ bi đỡ, ổ bi đỡ chặn, ổ bi đỡ tự lựa, ổ đĩa đỡ, ổ đĩa đỡ tự lựa, ổ đĩa đỡ chặn, ổ côn,...

Sự lựa chọn ổ lăn để lắp ghép phụ thuộc các thông số sau: tải trọng và tính chất của tải trọng, tốc độ của trục, độ bền của ổ và điều kiện làm việc của ổ. Sau khi xem xét các thông số trên, những ổ bi thích hợp cho các máy nhỏ chuyển động với vận tốc cao trong khi ổ đĩa thích hợp cho các máy chịu tải trọng lớn.

Ổ lăn thường được lựa chọn sau khi hoàn thành thiết kế trục, lúc này ta đã biết các lực tác dụng lên ổ (lực hướng tâm, lực dọc trục). Chúng ta sẽ xem xét ổ lăn chịu tải như thế nào, từ đó ta mới quyết định loại ổ đỡ, ổ chặn, hay ổ đỡ chặn.

Đối với ổ lăn, các thông số được tiêu chuẩn gồm có: Loại ổ lăn, đường kính vòng trong ổ lăn, ký hiệu ổ lăn



Hình 15 Các loại ổ lăn

Bước 1: Lựa chọn loại ổ lăn

Quá trình lựa chọn loại ổ lăn phụ thuộc vào dạng tải trọng trên trục, có thể tham khảo bảng sau:

Bảng 6 Lựa chọn ổ lăn theo dạng tải trọng

Loại ổ	Hướng của tải trọng			Tỷ trọng			Độ lệch		
	Hướng tâm	Dọc trục	Cả hai	Cao	Trung bình	Thấp	Cao	Trung bình	Thấp
Bi chặn		X			X				X
Bi rãnh sâu	X		X		X			X	
Đũa	X				X				X
Kim	X			X					X
Đũa côn	X	X	X		X				X
Bi tự lựa	X		X			X	X		
Đũa cầu tự lựa	X		X		X		X		
Bi tiếp xúc góc		X	X			X			X

Hoặc người thiết kế có thể tham khảo thêm trên các trang web của công ty chuyên về ổ lăn (ví dụ SKF).

Bước 2: Xác định kích thước của loại ổ được chọn

Trong quá trình này, người thiết kế có thể sử dụng các tiêu chuẩn ISO để xác định kích thước của ổ được chọn, Ví dụ: tiêu chuẩn ISO 104:2002 quy định kích thước giới hạn của ổ chặn

Trong quá trình lựa chọn kích thước ổ lăn, người thiết kế phải xem xét một số điều kiện:

- Sự phù hợp của hình dạng của ổ với các chi tiết trong bộ phận lắp ghép
- Bộ phận mang ổ (gối đỡ ổ)
- Vòng đệm kín phù hợp
- Loại và chất lượng của dầu bôi trơn.
- Phương pháp lắp ghép và tháo rời.

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm ổ

Sau khi lựa chọn được kích thước của ổ, ta tiến hành tính toán kiểm nghiệm lại các thông số tải trọng làm việc của ổ. Sau đó ta đem so sánh với thông số cho phép, nếu không thỏa mãn điều kiện bền, ta sẽ phải lựa chọn lại kích thước của ổ.

Theo tiêu chuẩn ISO 281-2007 thể hiện các công thức tính toán khả năng tải trọng động và làm việc, tiêu chuẩn ISO 76:2006 thể hiện các công thức tính toán khả năng tải trọng tĩnh cho các loại ổ lăn tiêu chuẩn.

Ta có thể sử dụng bảng sau để xem xét tuổi thọ ổ lăn theo từng loại máy

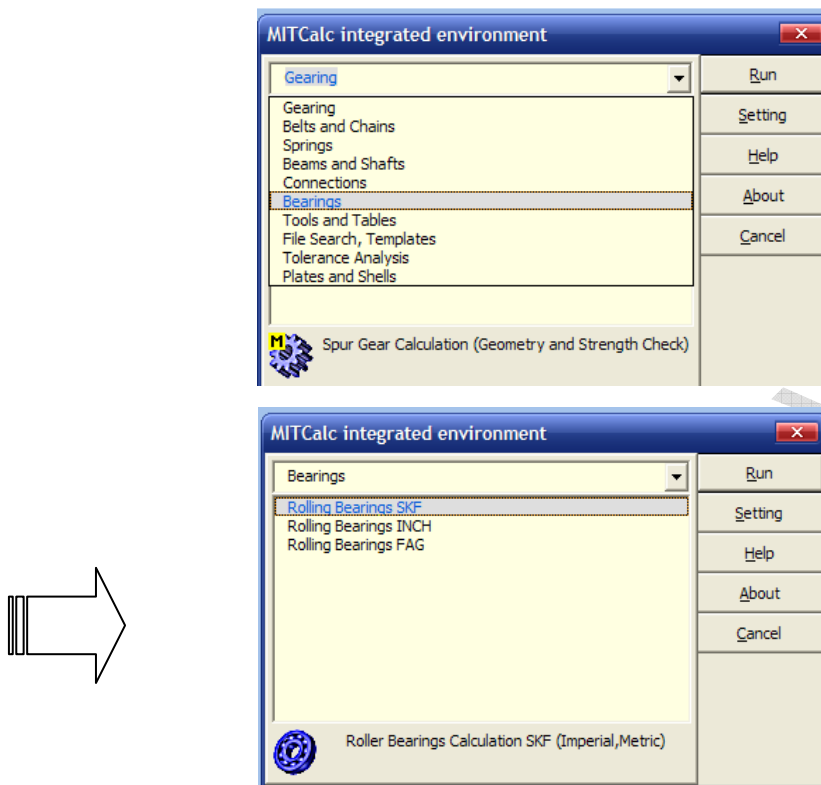
Bảng 7 Số giờ làm việc của ổ lăn ứng với từng loại máy

Loại máy thông dụng	Tuổi thọ yêu cầu của ổ lăn (giờ)
Máy điện dùng trong nhà – Sử dụng gián đoạn	300 - 3000
Dụng cụ cầm tay, thiết bị xây dựng – Sử dụng thời gian ngắn	3000 - 8000
Máy nâng, cẩu trục – Độ tin cậy cao cho thời gian ngắn	8000 - 12000
Bánh răng, động cơ làm việc 8giờ/ngày – Sử dụng tập trung	10000 - 25000
Máy công cụ, quạt làm việc 8giờ/ngày— Sử dụng liên tục trong ngày	20000 - 30000
Sử dụng liên tục	40000 - 50000

Nếu tuổi thọ ổ lăn không thỏa mãn điều kiện kiểm nghiệm, ta tiến hành lựa chọn lại kích thước ổ lăn, hoặc lựa chọn lại loại ổ.

QUY TRÌNH LỰA CHỌN Ổ LĂN TRÊN PHẦN MỀM MITCALC 1.5

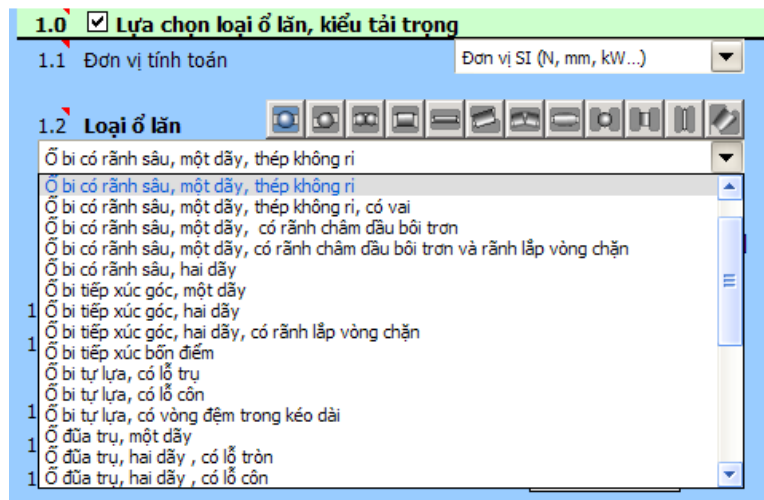
+ Chọn chức năng tính toán thiết kế ổ lăn:



+ Giao diện của phần tính toán thiết kế ổ lăn:

?		+	Nhập các thông số thiết kế
1.0	<input type="checkbox"/>	Lựa chọn loại ổ lăn, kiểu tải trọng	
2.0	<input type="checkbox"/>	Lựa chọn kích thước ổ	
3.0	<input type="checkbox"/>	Thông số làm việc, điều chỉnh thời gian làm việc của ổ	
-		Phân bổ sung	
4.0	<input type="checkbox"/>	Tính toán bổ sung	
5.0	<input type="checkbox"/>	Lực tác dụng lên ổ thay đổi	
6.0	<input type="checkbox"/>	Tính toán ổ với tiếp xúc góc	
7.0	<input type="checkbox"/>	Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD	

Bước 1: Lựa chọn loại ổ lăn



Bước 2: Lựa chọn kích thước ổ lăn

2.0 [x] Lựa chọn kích thước ổ									
2.1 Bearing size									
	ID	d	D	B	C	CO	nr	nmax	Bearing
1	1	4.0	13.0	5.0	793	280		32000	W 624-2RS1
2.2	2	5.0	16.0	5.0	923	365		28000	W 625-2RS1
3	3	6.0	19.0	6.0	1860	915		24000	W 626-2RS1
2.3	4	7.0	19.0	6.0	1860	915		24000	W 607-2RS1
5	5	8.0	22.0	7.0	2760	1320		22000	W 608-2RS1
6	6	10.0	19.0	5.0	1140	570		22000	W 61800-2RS1
2.5	7	10.0	26.0	8.0	3900	1900		19000	W 6000-2RS1
8	8	10.0	30.0	9.0	4230	2280		17000	W 6200-2RS1
9	9	10.0	35.0	11.0	6760	3250		15000	W 6300-2RS1
2.7	10	12.0	28.0	8.0	4230	2280		17000	W 6001-2RS1
11	11	12.0	32.0	10.0	5850	3000		15000	W 6201-2RS1
2.8	12	12.0	37.0	12.0	8190	4050		14000	W 6301-2RS1
2.9	13	12.7	28.575	7.939	4230	2280		17000	WR 8-2RS1
14	14	15.0	28.0	7.0	3640	2160		16000	W 61902-2RS1
2.10	15	15.0	32.0	9.0	4680	2750		14000	W 6002-2RS1

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm

+ Nhập tải trọng:

Nhập các thông số thiết kế

1.0 **Lựa chọn loại ổ lăn, kiểu tải trọng**

1.1 Đơn vị tính toán: Đơn vị SI (N, mm, kW...)

1.2 **Loại ổ lăn**: Ổ bi có rãnh sâu, một dãy, có rãnh lắp vòng chặn

1.7 **Tải trọng ổ**: Fluctuating load

1.8 Tốc độ quay: n = 550.0 [1/min]

1.9 Lực hướng tâm: Fr = 410.0 [N]

1.10 Lực dọc trục: Fa = 0.0 [N]

1.11 Hệ số lực động thêm vào: 2.2

1.12 **Thông số yêu cầu của ổ lăn**

1.13 Thời gian làm việc của ổ: Lh = 10000 [h]

1.14 Hệ số an toàn tính: s0 = 2.00

1.3 **Thiết kế ổ lăn**

1.4 Thiết kế mở

1.5 Normal clearance

1.6

1.15 **Lực động thêm vào**

1.16 None

1.17 From geared transmissions

1.18 Bánh răng trụ chính xác (dung sai của hình dạng và bước răng)

1.19 Hệ số: fk = 1.05 - 1.1 | 1.07

1.20 Máy xới đất, máy khoan sâu

1.21 Hệ số: fd = 1.5 - 2.5 | 2.00

1.22 From belt drives

1.23 Đai thang

1.24 Hệ số: fb = 1.9 - 2.5 | 2.20

+ Kết quả tính toán

2.0 **Lựa chọn kích thước ổ**

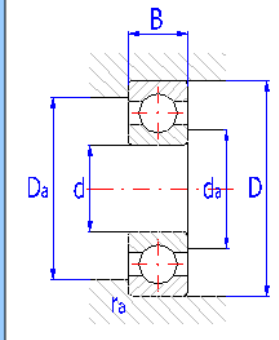
2.1 **Bearing size** Find first Find next

ID	d	D	B	C	C0	nr	nmax	Bearing
1	4.0	13.0	5.0	793	280		32000	W 624-2RS1

2.2 **Thông số ổ**

2.3 Khả năng tải trọng động cơ bản	C	793	[N]
2.4 Tải trọng động cân bằng	P	9328	[N]
2.5 Khả năng làm việc cơ bản	L10h	0	[h]
2.6 Khả năng tải trọng tĩnh cơ bản	C0	280	[N]
2.7 Tải trọng tĩnh cân bằng	P0	8800	[N]
2.8 Hệ số an toàn tính	s0	0.03	
2.9 Lực hướng tâm lớn nhất	Fmax	-	[N]
2.10 Lực dọc trục lớn nhất	Famax	-	[N]
2.11 Tốc độ làm việc	nr	-	[1/min]
2.12 Tốc độ giới hạn	nmax	32000	[1/min]
2.13 Công suất mất mát	NR	2.93	[W]
2.14 Khối lượng ổ	g	0.0031	[kg]

d	4
D	13
B	5
ramax	0.2
Damax	11.2
damin	5.8



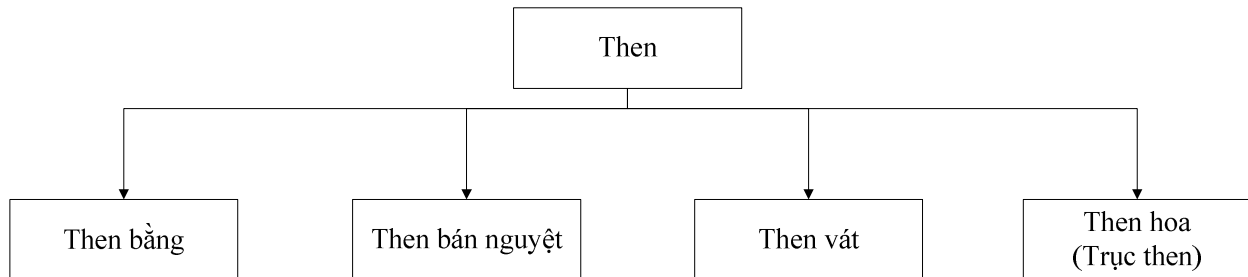
Các thông số hiển thị màu đỏ chứng tỏ các thông số của ổ chưa thỏa mãn yêu cầu. Lúc này ta có thể sử dụng phần mềm để tự động lựa chọn ổ lăn cho tải trọng yêu cầu.

7 Quy trình lựa chọn then và then hoa

Then là chi tiết máy được lắp với trục quay và chi tiết quay (bánh răng, bánh đà,...). Then có nhiệm vụ truyền chuyển động quay từ trục sang chi tiết quay và ngược lại.

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Tùy vào hình dạng và khả năng làm việc, then có nhiều loại như: then bằng, then bán nguyệt, then định hướng, then vát,..

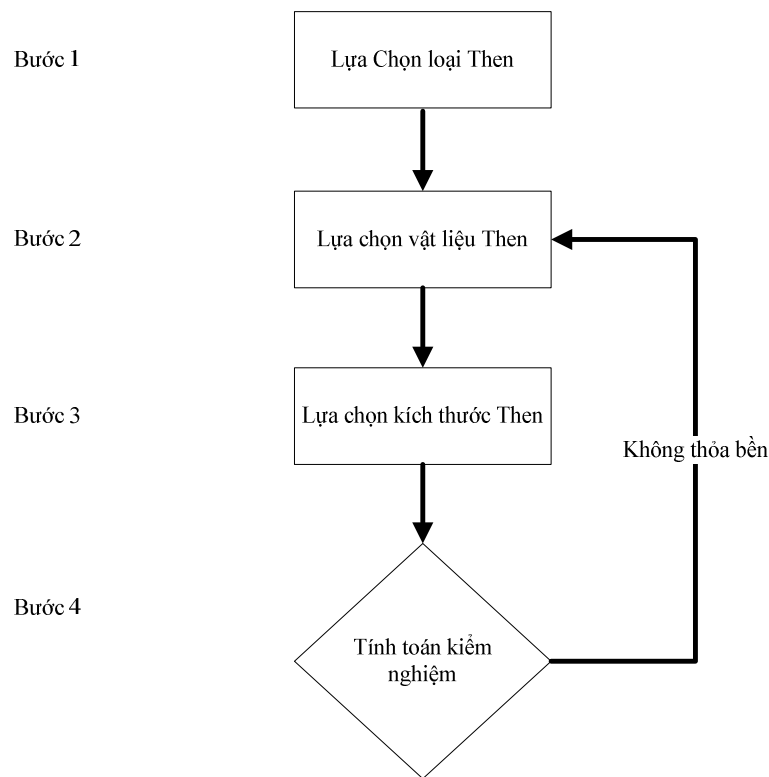


Hình 16 Phân loại then

Các kích thước tiêu chuẩn của then gồm có:

- Then bằng: $b \times h$ (Chiều rộng x Chiều cao)
- Trục then (then hoa) : Bước răng, đường kính trong, đường kính ngoài, bề rộng then.

Việc lựa chọn then là quan trọng bởi vì nó ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của các chi tiết truyền động. Ta có thể thực hiện việc lựa chọn then theo các bước sau đây



Hình 17 Quy trình lựa chọn then

Bước 1: Chọn loại then

Tùy vào kết cấu, điều kiện làm việc của then mà ta chọn loại then bằng, then bán nguyệt hay then vát hoặc trục then (then hoa). Diễn hình:

- Then bằng: Then bằng được lắp với trục, trước khi lắp với mayơ. Mayơ có thể trượt trên bề mặt lắp ráp với then. Then bằng gồm các dạng: then bằng hai đầu cạnh, then bằng hai đầu bo tròn, then bằng một đầu cạnh một đầu bo tròn.
- Then bán nguyệt: Sử dụng trong trường hợp chịu tải trọng nhẹ, dễ lắp ghép và tháo rời
- Then vát: Then vát được lắp sau khi lắp trục với lỗ mayơ. Phần thân của then vát có thể dài hơn chiều dài của mayơ.

- Trục then (then hoa): Then hoa là gồm nhiều then được gia công trên một trục, bên cạnh đó trên chi tiết quay cũng được tạo rãnh tương ứng để lắp với trục then. Then hoa thường được sử dụng trong trường hợp truyền moment xoắn lớn, độ đồng tâm cao. Then hoa có nhiều loại như: then hoa rãnh tam giác, răng thân khai, răng chữ nhật,...

Bước 2: Lựa chọn kích thước then

Sau khi lựa chọn được loại then, ta sẽ sử dụng các bảng tiêu chuẩn để lựa chọn kích thước then (http://thietkemay.com/modules.php?name=News_Monhoc&op=page_detail&sid=174&newlang=vietnamese). Kích thước then tiêu chuẩn thông thường được lựa chọn tùy vào đường kính trục.

Bước 3: Tính toán kiểm nghiệm

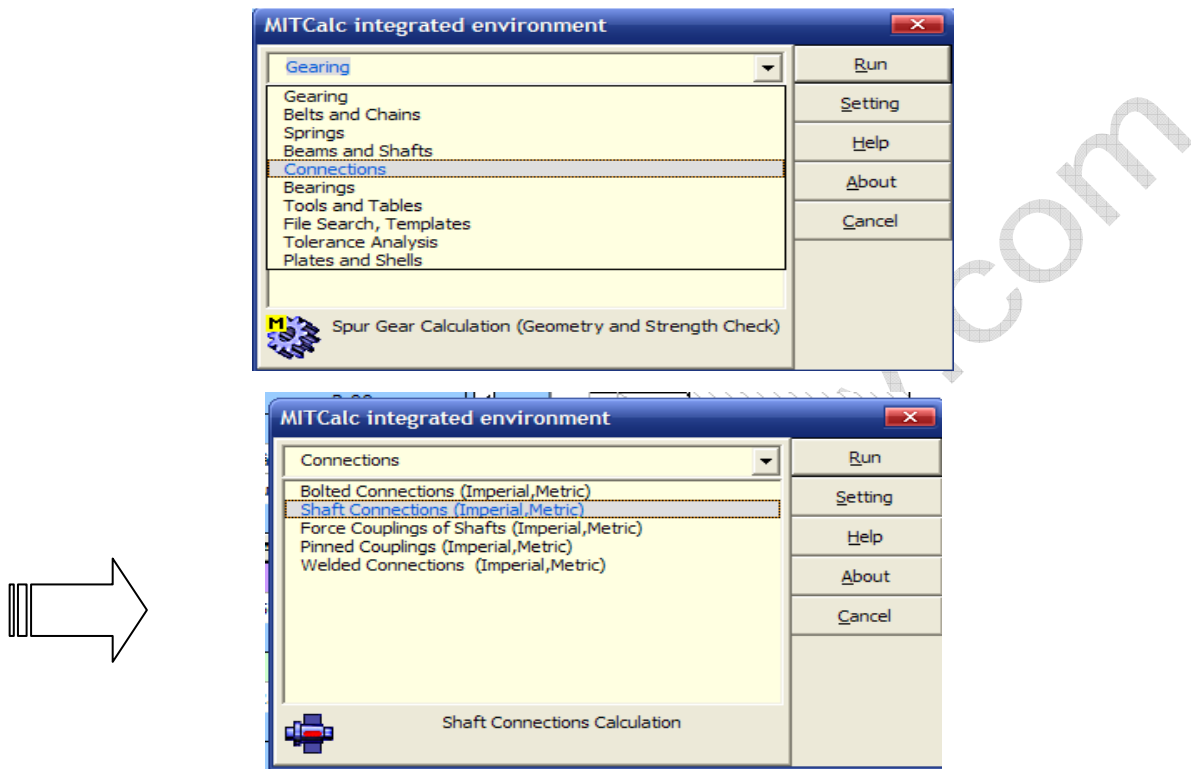
Sau khi xác định được các kích thước của then, ta tiến hành tính toán ứng suất sinh ra để kiểm nghiệm độ bền cắt và dập của then.

Khi kiểm tra nếu then không đảm bảo an toàn thì có thể tăng chiều dài l của then lên một khoảng $l = 1,5d$ và không được lớn hơn chiều dài $may-\sigma$. Nếu $l = 1,5d$ mà then vẫn không đảm bảo bền thì dùng 2 then đặt cách nhau 1 góc khoảng $(90^\circ-120^\circ)$ nhưng cách này thường làm cho trục bị yếu đi. Trong trường hợp này nên dùng trục then để thay thế.

Sau khi kiểm nghiệm, nếu không thỏa bền, ta tiến hành lựa chọn lại kích thước của then hoa.

QUY TRÌNH LỰA CHỌN THEN TRÊN PHẦN MỀM

+ Chọn chức năng tính toán thiết kế then:



+ Giao diện của phần tính toán thiết kế then:

Calculation of shaped couplings of shafts with hubs	
i	Calculation: A = OK; B = OK; C = OK; D = OK
ii	<input type="checkbox"/> Project information
1.0	<input type="checkbox"/> Nhập thông số chủ yếu
A	+ Then bằng
2.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế kỹ thuật số lắp ghép, vật liệu then, kích thước
3.0	<input type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép
B	+ Then bán nguyệt
4.0	<input type="checkbox"/> Thiết kế kỹ thuật số lắp ghép, vật liệu then, kích thước
5.0	<input type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép
C	+ Trục then răng thẳng
6.0	<input type="checkbox"/> Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước
7.0	<input type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép
D	+ Trục then răng tròn
8.0	<input type="checkbox"/> Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước
9.0	<input type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép
	+ Phân bổ sung
10.0	<input type="checkbox"/> Bảng so sánh
11.0	<input type="checkbox"/> Xuất bản vẽ ra hệ thống CAD

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

A. Lựa chọn then bằng

Bước 1: Chọn loại then

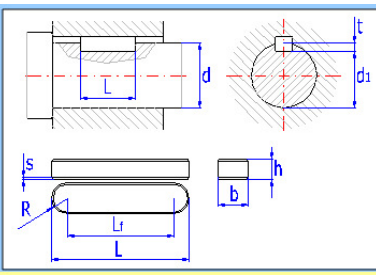
Thên bằng	
2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế kế thông số lắp ghép, vật liệu then, kích thước	
2.1 Thông số bộ lắp ghép	
2.2 Loại then	B ... ISO R773
2.3 Số then	A ... ANSI B17.1 B ... ISO R773
2.4 Hệ số tải trọng	K_t D ... DIN 6885 (Blat 1)
2.5 Hệ số làm việc tổng	K_s E ... JIS B 1301 (B) F ... CSN 022562
2.6 Vật liệu then (độ bền kéo nhỏ nhất) [độ cứng]	
2.7	B...Carbon steel (500) [HB 220-270]
2.8 Giới hạn bền kéo	S_{Umin} 500 [MPa]
2.9 Áp suất giới hạn	p_A 130 [MPa]
2.10 Giới hạn bền cắt	τ_A 200 [MPa]

Bước 2: Chọn vật liệu then

Thên bằng	
2.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế kế thông số lắp ghép, vật liệu then, kích thước	
2.1 Thông số bộ lắp ghép	
2.2 Loại then	B ... ISO R773
2.3 Số then	1
2.4 Hệ số tải trọng	K_t 1.00
2.5 Hệ số làm việc tổng	K_s 2.00
2.6 Vật liệu then (độ bền kéo nhỏ nhất) [độ cứng]	
2.7	B...Carbon steel (500) [HB 220-270]
2.8	A. Structural steel (350) [HB 150-200]
2.9	B...Carbon steel (500) [HB 220-270]
2.10	C...Refined and Alloyed Steel (600) [HB 300-350 HRC 33-38] D...Surface-hardened steel (650) [HRC 45-53] E...Case-hardened steel (850) [HRC 55-63] F...Cast iron with laminar graphite (200) G...Cast iron with spherical graphite (400) H...Aluminum alloy (250)

Bước 3: Chọn kích thước then

2.11 Thiết kế kích thước bộ lắp ghép		
2.12 Đường kính lắp then	6 ~ 500	[mm]
2.13 Đường kính trục nhỏ nhất	d_{1min} 18.4	[mm]
2.14 Đường kính trục	d 34.920 25	[mm]
2.15 Then	10 x 8	<input checked="" type="checkbox"/>
2.16 Bề rộng/ chiều cao then	b/h 10 x 8	[mm]
2.17 Góc lượn/ cạnh vát then	R/s 14 x 9	[mm]
2.18 Thông số rãnh then	t/d_1 16 x 10 18 x 11 22 x 14	[mm]
2.19 Chiều dài làm việc nhỏ nhất	L_{fmin} 20 x 12 22 x 14	[mm]
2.20 Chiều dài then nhỏ nhất	L_{min} 25 x 14 28 x 16 32 x 18	[mm]
2.21 Giới hạn của chiều dài then		[mm]
2.22 Chọn chiều dài then	L 36 x 20 40 x 22 45 x 25 50 x 28 56 x 32	<input checked="" type="checkbox"/>
3.0 <input type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép		



Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm

+ Nhập thông số:

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Nhập thông số chủ yếu	
1.1 Đơn vị tính toán	Đơn vị hệ SI (N, mm, k)
1.2 Công suất	P 11.19 [kW]
1.3 Tốc độ trục	n 1500.0 [/min]
1.4 Moment xoắn	T 71.24 [Nm]
1.5 Điều kiện tải trọng, thông số làm việc	
1.6 Động cơ	Đồng bộ
1.7 Điều kiện tải trọng	Liên tục
1.8 Đặc điểm hoạt động	Một chiều
1.9 Số lần mở máy trong 1000	100
1.10 Thời gian làm việc yêu cầu	6000 [h]
1.11 Kiểu lắp ghép, thiết kế sơ bộ đường kính trục	
1.12 Kiểu lắp ghép	Ghép chặt
1.13 Đường kính trong của trục rỗng	d_h 0.000 [mm]
1.14 Độ an toàn	S_f 1.70
1.15 Đường kính trục nhỏ nhất	d_{min} 18.4 [mm]
1.16 Vật liệu trục (độ bền kéo nhỏ nhất) [Độ cứng]	
1.17	B...Carbon steel (500) [HB 220-270]
1.18 Giới hạn bền kéo	S_{Umin} 500 [MPa]
1.19 Áp suất giới hạn	p_A 130 [MPa]
1.20 Giới hạn bền cắt	τ_A 200 [MPa]
1.21 Vật liệu ổ lót (Giới hạn bền nhỏ nhất) [Độ cứng]	
1.22	G...Cast iron with spherical graphite (400)
1.23 Giới hạn bền kéo	S_{Umin} 400 [MPa]
1.24 Áp suất giới hạn	p_A 135 [MPa]
1.25 Giới hạn bền cắt	τ_A 140 [MPa]
1.26 Hệ số hoạt động	
1.27 Hệ số thiết kế bộ lắp ghép	K_d 1.0
1.28 Hệ số ứng dụng	K_a 1.0
1.29 Hệ số môi	K_f 0.5
1.30 Hệ số mài mòn	K_w 0.8

+ Kết quả tính toán:

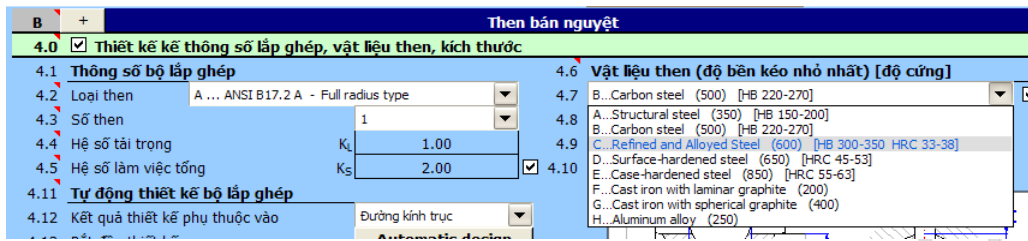
A + Then bảng	
2.0 <input type="checkbox"/> Thiết kế kế thông số lắp ghép, vật liệu then, kích thước	
3.0 <input checked="" type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép	
3.1 Kiểm tra trục chịu xoắn	
3.2 Ứng suất cắt giới hạn	τ_A 200 [MPa]
3.3 Ứng suất so sánh	τ 27.1 [MPa]
3.4 Độ an toàn	7.38
3.5 Kiểm tra biến dạng rãnh then trên trục	
3.6 Áp suất giới hạn	p_A 130 [MPa]
3.7 Áp suất so sánh	p 66.9 [MPa]
3.8 Độ an toàn	1.94
3.13 Kiểm tra biến dạng rãnh then trên ổ	
3.14 Áp suất giới hạn	p_A 135 [MPa]
3.15 Áp suất so sánh	p 66.1 [MPa]
3.16 Độ an toàn	2.04

B. Lựa chọn then bán nguyệt

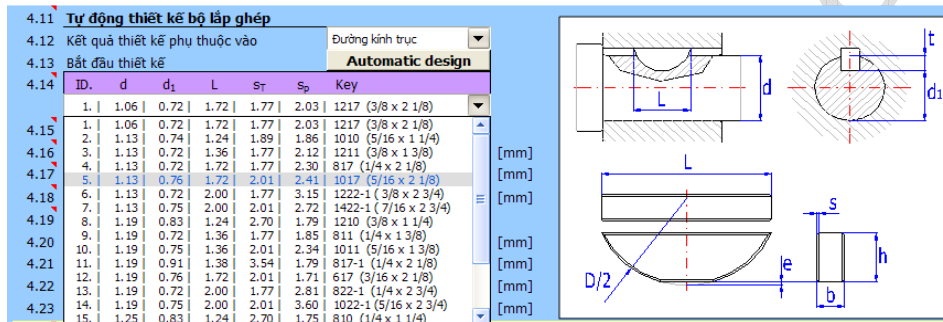
Bước 1: Chọn loại then

B + Then bán nguyệt	
4.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thiết kế kế thông số lắp ghép, vật liệu then, kích thước	
4.1 Thông số bộ lắp ghép	
4.2 Loại then	A ... ANSI B17.2 A - Full radius type
4.3 Số then	A ... ANSI B17.2 A - Full radius type
4.4 Hệ số tải trọng	B ... ANSI B17.2 B - Flat bottom type
4.5 Hệ số làm việc tối	C ... DIN 6888 (A) - Deep keyway in the hub
4.11 Tự động thiết kế	D ... DIN 6888 (B) - Shallow keyway in the hub
4.12 Kết quả thiết kế	E ... BS 6: Part 1 (A) - Full radius type
4.13 Bắt đầu thiết kế	F ... BS 6: Part 1 (B) - Flat bottom type
	G ... JIS B 1301 WA - Full radius type
	H ... JIS B 1301 WB - Flat bottom type
	I ... CSN 30 1385.1 - Full radius type
	J ... CSN 30 1385.2 - Design with flattened tips
4.6 Vật liệu then (độ bền kéo nhỏ nhất) [độ cứng]	
4.7	B...Carbon steel (500) [HB 220-270]
4.8 Giới hạn bền kéo	S_{Umin} 500 [MPa]
4.9 Áp suất giới hạn	p_A 130 [MPa]
4.10 Giới hạn bền cắt	τ_A 200 [MPa]

Bước 2: Chọn vật liệu then

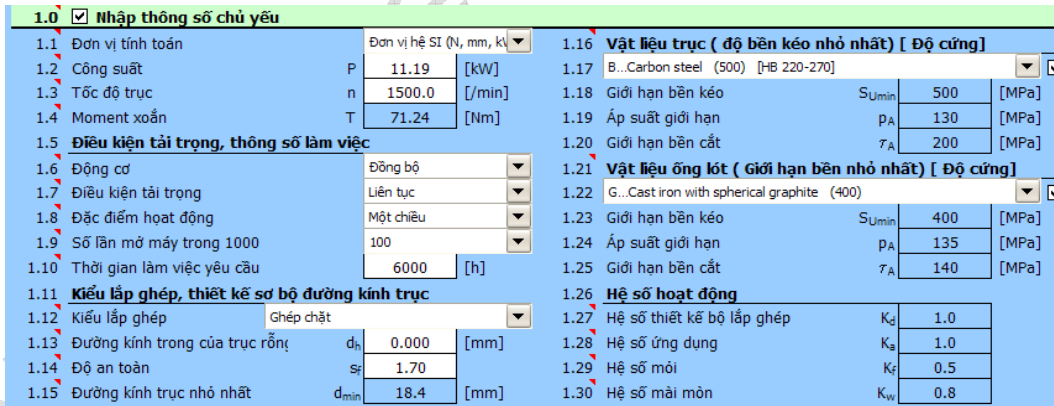


Bước 3: Chọn kích thước then



Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm

+ Nhập thông số:



+ Kết quả tính toán:

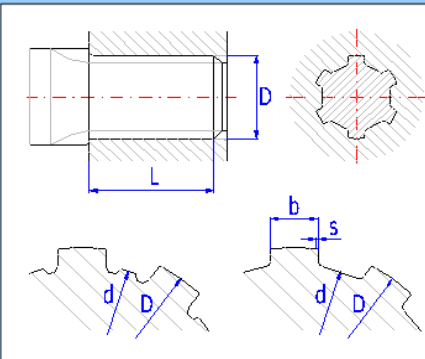
Calculation of shaped couplings of shafts with hubs			
i Calculation: A = OK; B = OK; C = OK; D = OK			
B + Then bán nguyệt			
4.0 <input type="checkbox"/> Thiết kế kế thông số lắp ghép, vật liệu then, kích thước			
5.0 <input checked="" type="checkbox"/> Kiểm tra bền của bộ lắp ghép			
5.1 Kiểm tra trực chịu xoắn			
5.2 Giới hạn bền cắt	τ_A	200 [MPa]	
5.3 Ứng suất so sánh	τ	116.7 [MPa]	
5.4 Độ an toàn		1.71	
5.5 Kiểm tra biến dạng rãnh then trên trục			
5.6 Áp suất giới hạn	p_A	130 [MPa]	
5.7 Áp suất so sánh	p	64.4 [MPa]	
5.8 Độ an toàn		2.02	
5.9 Kiểm tra biến dạng then			
5.10 Áp suất giới hạn	p_A	130 [MPa]	
5.13 Kiểm tra biến dạng rãnh then trên lỗ			
5.14 Áp suất giới hạn	p_A	135 [MPa]	

C. Lựa chọn then hoa

Bước 1: Chọn loại then

Then hoa răng chữ nhật:

C + Trục then răng thẳng			
6.0 <input checked="" type="checkbox"/> Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước			
6.1 Thông số bộ lắp ghép			
6.2 Loại trục then	D ... ISO 14 - Light series		
6.3 Hệ số tải trọng	A ... SAE - Series A		
6.4 Hệ số làm việc tổng	B ... SAE - Series B		
6.5 Thiết kế kích thước bộ lắp ghép	C ... SAE - Series C		
6.6 Đường kính trục then	D ... ISO 14 - Light series		
6.7 Đường kính trục nhỏ nhất	E ... ISO 14 - Medium series		
6.8 Trục then	F ... DIN 5464 - Heavy series		
6.9 Đường kính ngoài	D	50 [mm]	
6.10 Đường kính trong	d	46 [mm]	
6.11 Số răng	n	8	
6.12 Bề rộng then	b	9 [mm]	
6.13 Cạnh vát (bán kính)	s	0.4 [mm]	
6.14 Chiều dài làm việc nhỏ nhất	L_{min}	10.8 [mm]	
6.15 Chọn chiều dài trục then	L	12.000 140 [mm]	<input checked="" type="checkbox"/>



Then hoa răng thân khai

D + Trục then răng tròn

8.0 Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước

8.1 Thông số bộ lắp ghép

8.2 Trục then F ... ISO 4156 - 30°, Flat root, Side fit

8.3 Hệ số tải trọng C ... ANSI B92.1 - 30°, Fillet root, Side fit

8.4 Hệ số tải trọng D ... ANSI B92.1 - 37.5°, Fillet root, Side fit

8.5 Hệ số tải trọng E ... ANSI B92.1 - 45°, Fillet root, Side fit

8.6 Tự động thì F ... ISO 4156 - 30°, Flat root, Side fit

8.7 Bộ lọc thiết G ... ISO 4156 - 30°, Fillet root, Side fit

8.8 Kết quả thiết H ... ISO 4156 - 37.5°, Fillet root, Side fit

8.9 Chiếu dảnh I ... ISO 4156 - 45°, Fillet root, Side fit

8.10 Bắt đầu thiết J ... ANSI B92.2M - 30°, Fillet root, Side fit

8.11 ID. m/P K ... ANSI B92.2M - 30°, Fillet root, Side fit

8.12 N ... DIN 5480 - 30° L ... ANSI B92.2M - 37.5°, Fillet root, Side fit

8.13 M ... ANSI B92.2M - 45°, Fillet root, Side fit

8.14 O ... CSN 4950 - 30°, Flat root, Side fit

8.15 P ... CSN 4950 - 30°, Flat root, Major diam. fit

8.16 Q ... CSN 4950 - 30°, Fillet root, Side fit

8.11 Kích thước bộ lắp ghép

8.12 Đường kính trục nhỏ nhất D_{remin} 18.4 [mm]

8.13 Trục then 22.0 - 0.5 x 43 * [mm]

8.14 Môđun / Number of teeth m / n 0.5 43 [mm]

8.15 Bước / đường kính cơ bản D / D_b 21.5 18.62 [mm]

8.16 Reference diameter / shift D_d / xm [mm]

8.17 Đường kính ngoài của trục then D_o / D_{re} 22 20.75 [mm]

Bước 2: Chọn kích thước trục then

Then hoa răng chữ nhật

? Calculation of shaped couplings of shafts with hubs

i Calculation: A = OK; B = OK; C = OK; D = OK

3.0 Kiểm tra bên của bộ lắp ghép

B + Then bán nguyệt

4.0 Thiết kế thông số lắp ghép, vật liệu then, kích thước

5.0 Kiểm tra bên của bộ lắp ghép

C + Trục then răng thẳng

6.0 Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước

6.1 Thông số bộ lắp ghép

6.2 Loại trục then D ... ISO 14 - Light series

6.3 Hệ số tải trọng K_L 0.75

6.4 Hệ số làm việc tổng K_S 2.00

6.5 Thiết kế kích thước bộ lắp ghép

6.6 Đường kính trục then 26 ~ 120 [mm]

6.7 Đường kính trục nhỏ nhất d_{min} 18.4 [mm]

6.8 Trục then 50 - 8x46x50

6.9 Đường kính ngoài D 26 - 6x23x26 [mm]

30 - 6x26x30 [mm]

32 - 6x28x32 [mm]

6.10 Đường kính trong d 36 - 8x32x36 [mm]

40 - 8x36x40 [mm]

6.11 Số răng n 46 - 8x42x46 [mm]

50 - 8x46x50 [mm]

6.12 Bề rộng then b 58 - 8x52x58 [mm]

6.13 Cạnh vát (bán kính) s 62 - 8x56x62 [mm]

6.14 Chiều dài làm việc nhỏ nhất L_{min} 68 - 8x62x68 [mm]

6.15 Chọn chiều dài trục then L 78 - 10x72x78 [mm]

88 - 10x82x88 [mm]

98 - 10x92x98 [mm]

108 - 10x102x108 [mm]

120 - 10x112x120 [mm]

7.0 Kiểm tra bên của bộ lắp ghép

Calculation Tables Options De

Then hoa răng thân khai đáy tròn

HỆ THỐNG HÓA CÁC CHI TIẾT MÁY VÀ CỤM CHI TIẾT MÁY TIÊU CHUẨN

Calculation of shaped couplings of shafts with hubs

i Calculation: A = OK; B = OK; C = OK; D = OK

8.4 Hệ số làm việc tổng K_S 2.00

8.5 Tự động thiết kế bộ lắp ghép

8.6 Bộ lọc thiết kế trực tiếp then Đầy đủ nhóm

8.7 Kết quả thiết kế phụ thuộc vào Đường kính ngoài

8.8 Chiều dài lớn nhất của lỗ lỗ L_{max} 30.000 [mm]

8.9 Bắt đầu thiết kế Automatic design

ID.	m/P	n	D_o	D_{re}	L_{min}	L	s_r	s_p
1.	48.0	37	0.79	0.73	0.51	0.56	1.81	1.89
2.	40.0	31	0.80	0.73	0.50	0.56	1.78	1.91
3.	32.0	25	0.81	0.72	0.49	0.50	1.74	1.73
4.	48.0	38	0.81	0.75	0.48	0.50	1.97	1.77
5.	40.0	32	0.83	0.75	0.47	0.50	1.97	1.81
6.	48.0	39	0.83	0.77	0.46	0.50	2.14	1.87
7.	32.0	26	0.84	0.75	0.46	0.50	1.97	1.87
8.	40.0	33	0.85	0.78	0.44	0.50	2.18	1.92
9.	48.0	40	0.85	0.79	0.43	0.50	2.32	1.96
10.	24.0	20	0.88	0.75	0.43	0.50	1.97	1.96
11.	32.0	27	0.88	0.78	0.42	0.56	2.23	2.26
12.	40.0	34	0.88	0.80	0.42	0.56	2.39	2.30
13.	48.0	41	0.88	0.81	0.41	0.56	2.51	2.32
14.	48.0	42	0.90	0.83	0.39	0.56	2.70	2.43
15.	20.0	17	0.90	0.75	0.42	0.56	1.97	2.30

8.10

8.11

8.12

8.13

8.14

8.15

8.16

8.17

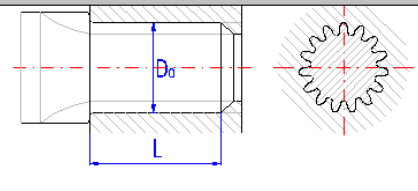
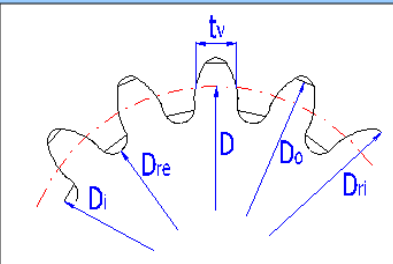
8.18

8.19

8.20 Bước vòng / dạng khe hở p / c_f 1.57 0.05 [mm]

8.21 Chiều dài làm việc nhỏ nhất L_{min} 11.1 [mm]

8.22 Chọn chiều dài trực tiếp L 14.290 45 [mm]

Bước 4: Tính toán kiểm nghiệm

+ Nhập thông số:

1.0 <input checked="" type="checkbox"/> Nhập thông số chủ yếu	
1.1 Đơn vị tính toán	Đơn vị hệ SI (N, mm, k)
1.2 Công suất	P 11.19 [kW]
1.3 Tốc độ trục	n 1500.0 [/min]
1.4 Moment xoắn	T 71.24 [Nm]
1.5 Điều kiện tải trọng, thông số làm việc	
1.6 Động cơ	Đồng bộ
1.7 Điều kiện tải trọng	Liên tục
1.8 Đặc điểm hoạt động	Một chiều
1.9 Số lần mở máy trong 1000	100
1.10 Thời gian làm việc yêu cầu	6000 [h]
1.11 Kiểu lắp ghép, thiết kế sơ bộ đường kính trục	
1.12 Kiểu lắp ghép	Ghép chặt
1.13 Đường kính trong của trục rỗng	d_s 0.000 [mm]
1.14 Độ an toàn	s_f 1.70
1.15 Đường kính trục nhỏ nhất	d_{min} 18.4 [mm]
1.16 Vật liệu trục (độ bền kéo nhỏ nhất) [Độ cứng]	
1.17 B...Carbon steel (500) [HB 220-270]	<input checked="" type="checkbox"/>
1.18 Giới hạn bền kéo	S_{Umin} 500 [MPa]
1.19 Áp suất giới hạn	p_A 130 [MPa]
1.20 Giới hạn bền cắt	τ_A 200 [MPa]
1.21 Vật liệu ống lót (Giới hạn bền nhỏ nhất) [Độ cứng]	
1.22 G...Cast iron with spherical graphite (400)	<input checked="" type="checkbox"/>
1.23 Giới hạn bền kéo	S_{Umin} 400 [MPa]
1.24 Áp suất giới hạn	p_A 135 [MPa]
1.25 Giới hạn bền cắt	τ_A 140 [MPa]
1.26 Hệ số hoạt động	
1.27 Hệ số thiết kế bộ lắp ghép	K_d 1.0
1.28 Hệ số ứng dụng	K_s 1.0
1.29 Hệ số môi	K_f 0.5
1.30 Hệ số mài mòn	K_w 0.8

+ Kết quả tính toán:

Then hoa răng chữ nhật

C +		Trục then răng thẳng							
6.0 <input type="checkbox"/> Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước									
7.0 <input checked="" type="checkbox"/> Kiểm tra bên của bộ lắp ghép									
7.1	Kiểm tra trục chịu xoắn		7.5 Check of deformation of grooving sides						
7.2	Giới hạn bền cắt	τ_A	200	[MPa]	7.6	Áp suất giới hạn	p_A	130	[MPa]
7.3	Ứng suất so sánh	τ	7.5	[MPa]	7.7	Áp suất so sánh	p	68.7	[MPa]
7.4	Độ an toàn		26.83		7.8	Độ an toàn		1.89	

Then hoa răng thân khai

D +		Trục then răng tròn							
8.0 <input type="checkbox"/> Thông số lắp ghép, thiết kế kích thước									
9.0 <input checked="" type="checkbox"/> Kiểm tra bên của bộ lắp ghép									
9.1	Kiểm tra trục chịu xoắn		9.5 Check of deformation of grooving sides						
9.2	Giới hạn bền cắt	τ_A	200	[MPa]	9.6	Áp suất giới hạn	p_A	130	[MPa]
9.3	Ứng suất so sánh	τ	81.2	[MPa]	9.7	Áp suất so sánh	p	59.0	[MPa]
9.4	Độ an toàn		2.46		9.8	Độ an toàn		2.20	

Trong phần mềm MITCalc 1.5 còn có phần so sánh các loại then có thể sử dụng, từ đó người thiết kế sẽ lựa chọn ra loại tối ưu nhất:

10.0 <input checked="" type="checkbox"/> Bảng so sánh							
10.1	Then bằng	10.6	Then bán nguyệt				
10.2	10 x 8 ISO R773	10.7	1217 (3/8 x 2 1/8) ANSI B17.2 A				
10.3	Đường kính trục	d	34.920 [mm]	10.8	Đường kính trục	d	26.990 [mm]
10.4	Chiều dài then	L	45 [mm]	10.9	Chiều dài then	L	43.76 [mm]
10.5	Độ an toàn		1.94	10.10	Độ an toàn		1.71
10.11	Trục then răng thẳng	10.17	Trục then răng tròn				
10.12	8x46x50 ISO 14 - Light series	10.18	0.5 x 43 * ISO 4156 - 30°, Flat root, Side fit				
10.13	Đường kính ngoài	D	50 [mm]	10.19	Đường kính ngoài	D_o	22 [mm]
10.14	Đường kính trong	d	46 [mm]	10.20	Đường kính trong	D_{re}	20.75 [mm]
10.15	Chiều dài trục then	L	12 [mm]	10.21	Chiều dài trục then	L	14.29 [mm]
10.16	Độ an toàn		1.89	10.22	Độ an toàn		2.20

8. KẾT LUẬN

Trong phần này đã giới thiệu các quy trình tính toán các chi tiết hệ thống truyền động và tính toán lựa chọn trên phần mềm MITCalc 1.5 đã được Việt hóa. Phần mềm Việt hóa này càng hoàn thiện để phục vụ việc ứng dụng trong tính toán thiết kế các chi tiết máy.