

Việc nhập số liệu để tính toán được trình bày theo phương thức:
 Các ô nhập số liệu được kích hoạt phụ thuộc vào mục tiêu tính toán.
 Trong hộp thoại để tính toán thiết kế có các mục:
Spline Calculation - tính toán.
Spline Geometry - kích thước hình học của then hoa.
 Chúng ta nghiên cứu từng mục.

9.3.1 Tính toán thiết kế then hoa - Spline Calculation

Sau khi khởi tạo chương trình, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có dạng:

Involute Splines Component Generator : 1

File Clipboard Tools Help

Calculate Finish

Spline Calculation | Spline Geometry

Load

Power P 15 kw

Spgeed n 3000 rpm

Torgue T 47.747 Nm

Dimensions

Nom. Splining Diameter D 50 mm

Module x Number of teeth (m x z) 0.8 x 60

Active Splining Length Lf 41 mm

Material

Material User

Allowable Bending Stress 180 MPa

Allowable Pressure 8 MPa

Factor of Tgoth Side Contact 0.5

Joint Properties

Joint Type Sliding with load

Working Conditions Medium

Calculation Results

Min. Splining Length 12.37 mm

Bending Stress 3.091 MPa

Calculated Pressure 2.414 MPa

Spline Check Result True

Nhóm Loads - tải trọng.

Trong này có các tham số được nhập số liệu theo các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.
Mục tiêu tính toán:

☉ P, n → T: cho công suất và vận tốc quay tính mô men xoắn.

Số liệu nhập vào:

Power P: công suất. Gõ số.
Speed n: vận tốc quay (của trục). Gõ số.

Số liệu tính được:

Torque T: mô men xoắn.

☉ T, n → P: cho mô men xoắn và vận tốc quay, tính công suất.

Số liệu nhập vào:

Torque T: mô men xoắn. Gõ số.
Speed n: vận tốc quay (của trục). Gõ số.

Số liệu tính được:

Power (Gear 1) P: công suất.

☉ P, T → n: cho công suất và mô men xoắn tính vận tốc quay.

Số liệu nhập vào:

Power (Gear 1) P: công suất. Gõ số.
Torque T: mô men xoắn. Gõ số.

Số liệu tính được:

Speed n: vận tốc quay (của trục).

Nhóm Dimensions - kích thước then

Số liệu nhập vào:

Nom. Splining Diameter D: đường kính then. Nhấn nút ▼ để chọn các giá trị có sẵn. Ô này không được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn ☉ **Spline Diameter Design**: tính chọn đường kính then hoa.

Modul x Number of Teeth (m x z): tích của mô đun và số răng. Nhấn nút ▼ để chọn các giá trị có sẵn. Ô này không được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn ☉ **Spline Diameter Design**: tính chọn đường kính then hoa.

Nếu hai giá trị này không phù hợp sẽ xuất hiện ký hiệu **i!** và các số có màu xanh.

Dimensions

Nom. Splining Diameter

D 60 mm

Module x Number of teeth (m x z)

2.5 x 22

Active Splining Length

Lf 41 **i!**

KeyWay: rãnh then. Gõ số.

Số liệu tính được:

Active Splining Length: chiều dài làm việc của then. Giá trị này là tính được nếu tại hộp thoại **Guide** chọn ☉ **Spline Length Design**: tính chọn độ dài then.

Nhóm Material - vật liệu then.

Ô Material mặc định là User, người dùng nhập các tham số của vật liệu:

Material	User	...
Allowable Bending Stress	180	MPa
Allowable Pressure	8	MPa
Factor of Tooth Side Contact	0.5	

Allowable Bending Stress: ứng suất uốn cho phép. Gõ số.

Allowable Pressure: áp lực cho phép. Gõ số.

Factor of Tooth Side Contact: hệ số tiếp xúc bề mặt. Gõ số.

Nếu nhấn nút ... bảng vật liệu hiện ra như sau:

Material	Sigma A12 [MPa]	Sigma BA2 [MPa]
1 Stainless Steel	8	180
2 Steel	5	180

Tim vật liệu, đánh dấu, nhấn nút để khẳng định vật liệu được chọn. Khi đó các tham số tương ứng với vật liệu sẽ hiện ra tại các ô nhập liệu Allowable Bending Stress: ứng suất uốn cho phép và Allowable Pressure: áp lực cho phép.

Nhóm Joint Properties - các tham số khác của mỗi ghép

Joint Properties	
Joint Type	Sliding with load
Working Conditions	Medium
Tooth Side	None

Joint Type: dạng mỗi ghép. Nhấn nút ▼ chọn các dạng. Trong này có các dạng sau:

Sliding with load: trượt có tải.

Sliding without load: trượt không tải.

Fast: lắp chặt.

Working Conditions: điều kiện làm việc. Nhấn nút ▼ chọn các điều kiện:

Adverse: bất lợi.

Medium: trung bình.

Advantageous: thuận lợi.

Tooth Side: bề mặt răng. Ô này không được kích hoạt nếu tại Joint Type: dạng mỗi ghép, chọn Sliding with load: trượt có tải.

Joint Properties

Joint Type:

Working Conditions:

Tooth Side:

Khi được kích hoạt, nhấn nút ▼ chọn:

Hardened: *được tôi bề mặt.*

Unhardened: *không tôi bề mặt.*

Các lựa chọn tại mục này sẽ tác động đến tham số tại mục chọn vật liệu then. Khi thay đổi các tham số tại đây nếu tại ô vật liệu chọn Steel (các loại thép) thì tham số về ứng suất và áp lực cho phép cũng thay đổi giá trị.

Material

Material:

Allowable Bending Stress: MPa

Allowable Pressure: MPa

Factor of Tooth Side Contact:

Joint Properties

Joint Type:

Working Conditions:

Tooth Side:

Các thay đổi tương ứng

Sau khi đã cho các tham số thiết kế, nhấn nút , kết quả tính toán sẽ hiện ra tại các ô giá trị tương ứng.

Nhóm Số liệu tính được - Calculation Results

Calculation Results

Min. Splining Length: mm

Bending Stress: MPa

Calculated Pressure: MPa

Spline Check Result:

Min. Splining Length: *chiều dài tối thiểu của then.*

Bending Stress: *ứng suất uốn.*

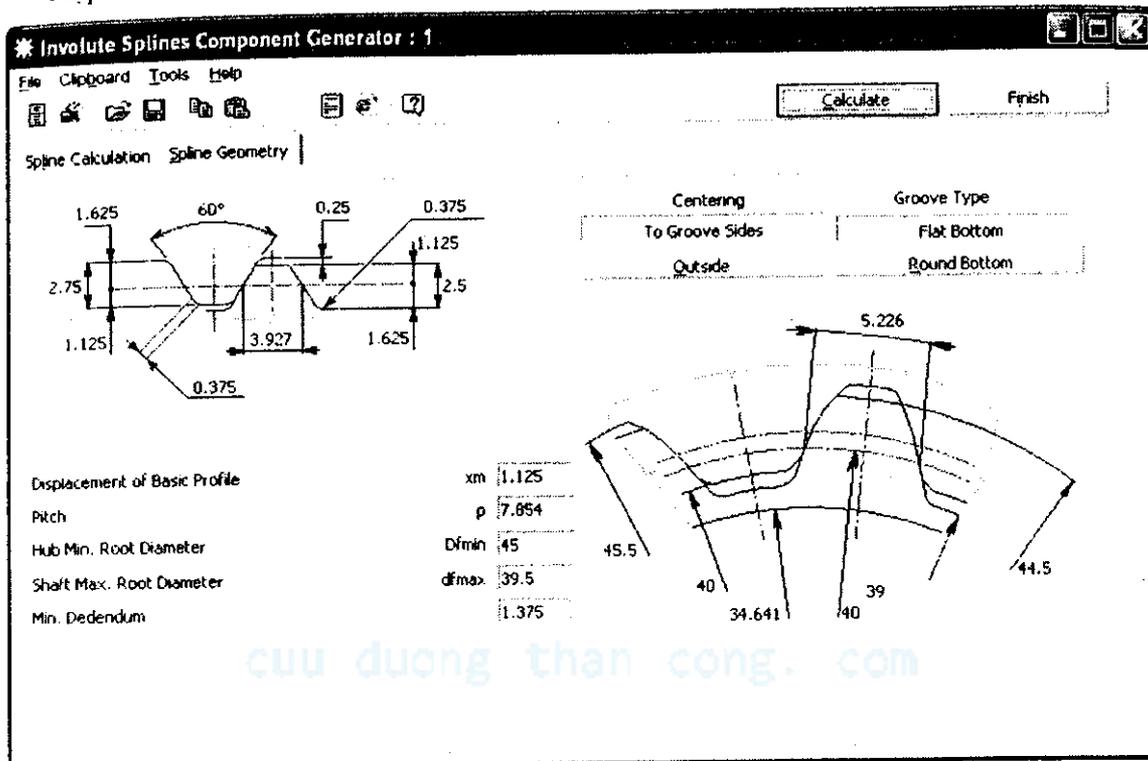
Calculated Pressure: *áp lực tính được.*

Strength Check: *kiểm tra độ an toàn. Tại đây hiện giá trị True (tốt) hoặc False (không an toàn).*

Nếu các kết quả có dấu  là bị sai, phải nhập số liệu lại.

9.3.2 Kích thước hình học của then - Spline Geometry

Hộp thoại có dạng:



Trong này có hình dạng và kích thước các mặt.
Centering - lấy chuẩn. Nhấn một trong các nút sau:

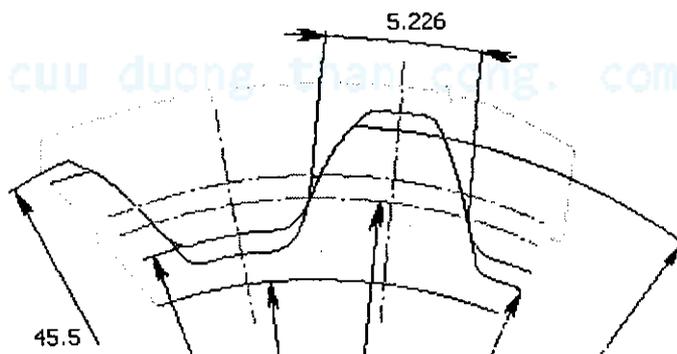
To Groove Sides lấy mặt rãnh then.

Outside lấy mặt ngoài.

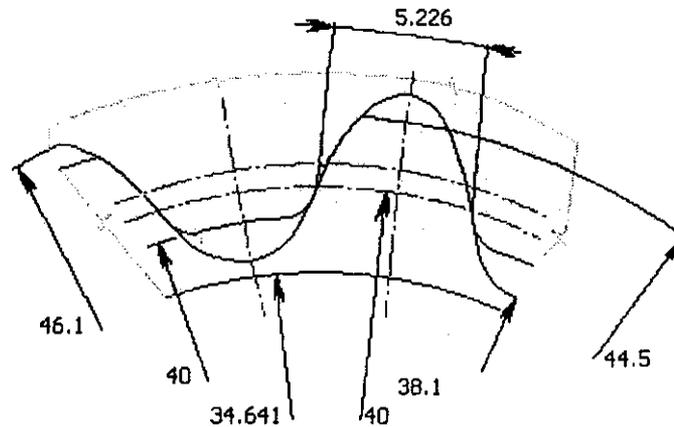
Khi chọn phương án lấy rãnh then (**Groove Side**) làm chuẩn thì các nút bên cạnh được kích hoạt.

Groove Type - kiểu mặt rãnh. Chọn một trong các nút sau:

Flat Bottom đáy phẳng. Hình minh họa thay đổi theo:



Round Bottom đáy là mặt cong. Hình dưới.



Các tham số tính được gồm:

Displacement of Basic Profile	xm	1.125
Pitch	p	7.854
Hub Min. Root Diameter	Dfmin	45
Shaft Max. Root Diameter	dfmax	39.5
Min. Dedendum		1.375

Displacement of Basic Profile: khoảng lệch (xê dịch) của biên dạng gốc.
 Pitch: bước răng.
 Hub Min. Root Diameter: đường kính chân răng nhỏ nhất của ống.
 Shaft Max. Root Diameter: đường kính chân răng lớn nhất của trục.
 Min. Dedendum: chiều cao chân răng nhỏ nhất.

9.4 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

9.4.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

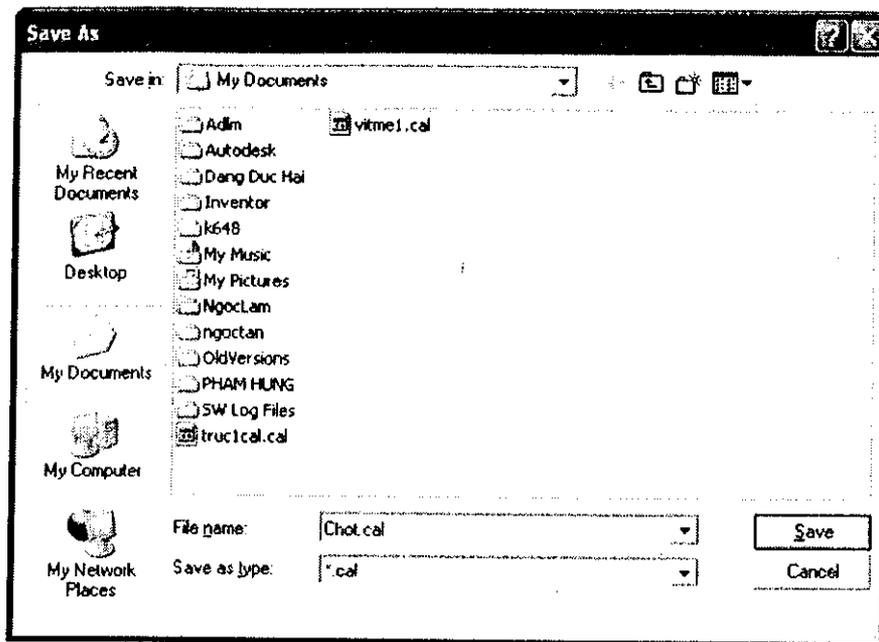
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

9.4.1.1 Lưu trữ [Cuu duong than cong. com](http://CuuDuongThanCong.com)

Trình đơn: **File** ⇒ **Save as**

Thanh công cụ:

Hộp thoại xuất hiện:



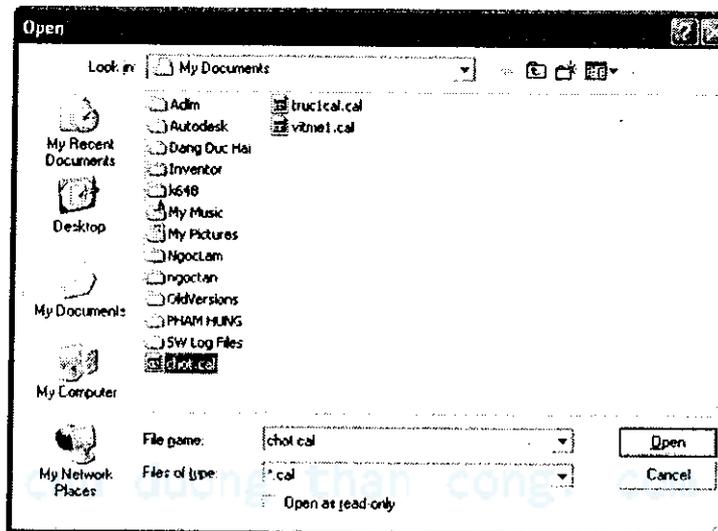
Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

9.4.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇒ **Open**

Thanh công cụ:  duongthancong.com

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp. Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

9.4.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web.

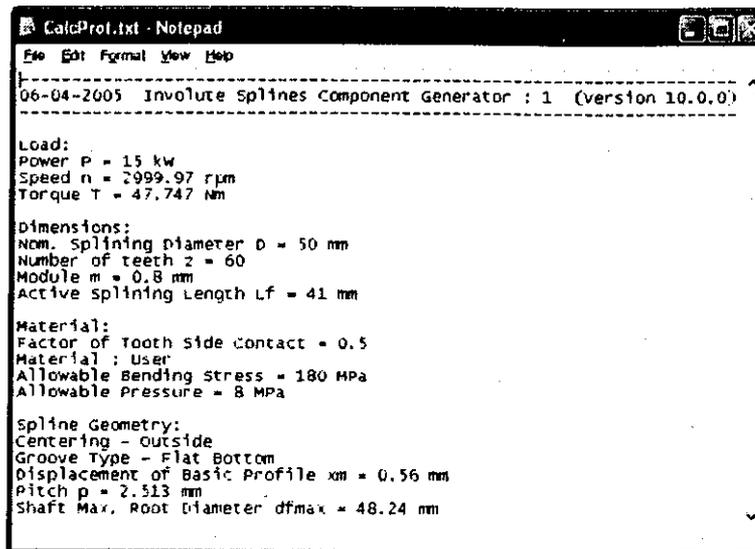
Trong hộp thoại, dùng lệnh:

9.4.2.1 Xuất thành văn bản thông thường

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Create Report**

Thanh công cụ: 

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



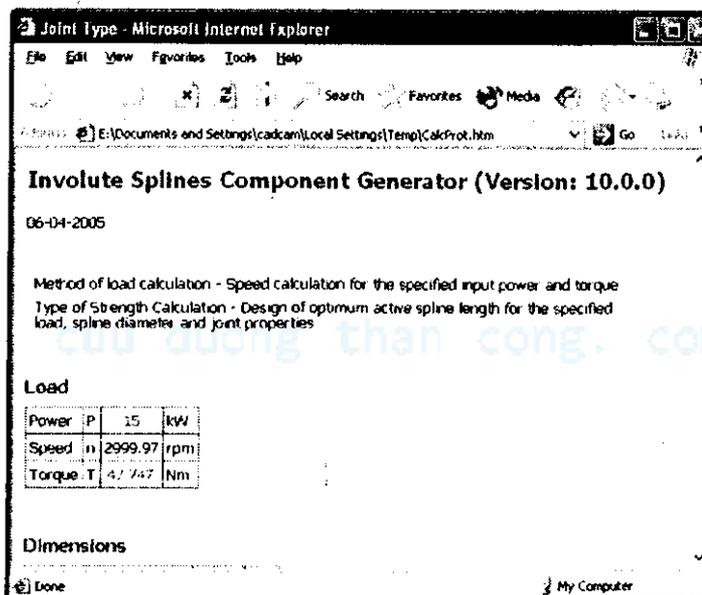
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

9.4.2.2 Xuất dưới dạng trang Web

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Create HTML Report**

Thanh công cụ: 

Kết quả như hình dưới.



Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

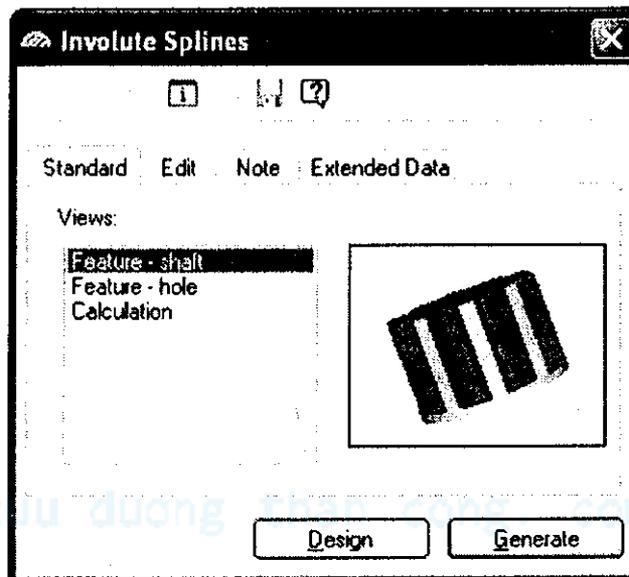
9.5 ĐƯA CHI TIẾT VÀO BẢN THIẾT KẾ

9.5.1 Đưa then hoa vào bản lắp

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

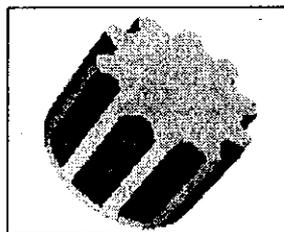
Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào bản lắp ghép.

Nhấn nút trong hộp thoại chính để đưa mỗi ghép vào bản thiết kế. Hộp thoại hiện ra:



Tại đây có các chi tiết sau:

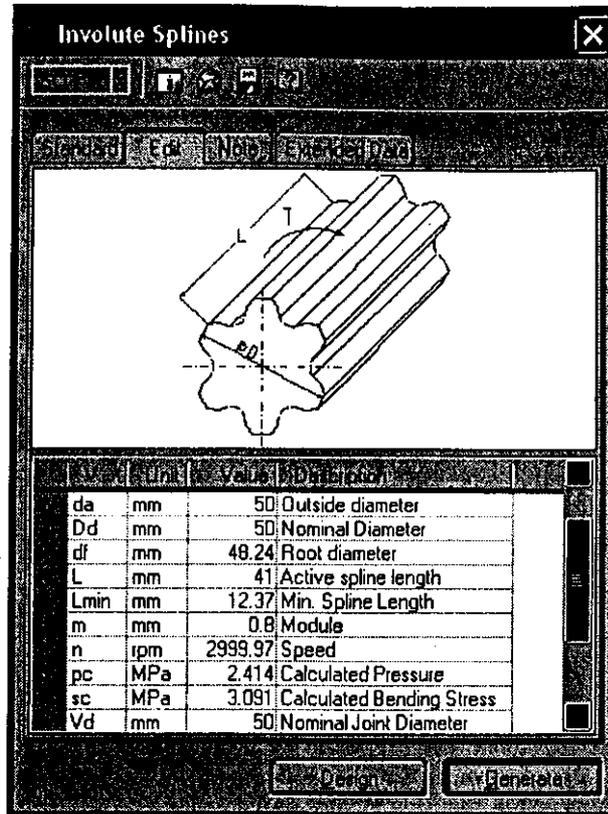
Feature - shaft: *then hoa trên trục.*



Feature - hole: *then hoa trong lòng trụ.*



Nhấn **Edit** để xem và có thể sửa các thông số:



Tại đây những giá trị nào hiện rõ thì có thể thay đổi bằng cách gõ giá trị khác vào ô đó.
 Nhấn nút **Design** để quay lại tính toán.
 Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.
 Chúng ta nghiên cứu cách đưa các chi tiết nói trên vào bản thiết kế.

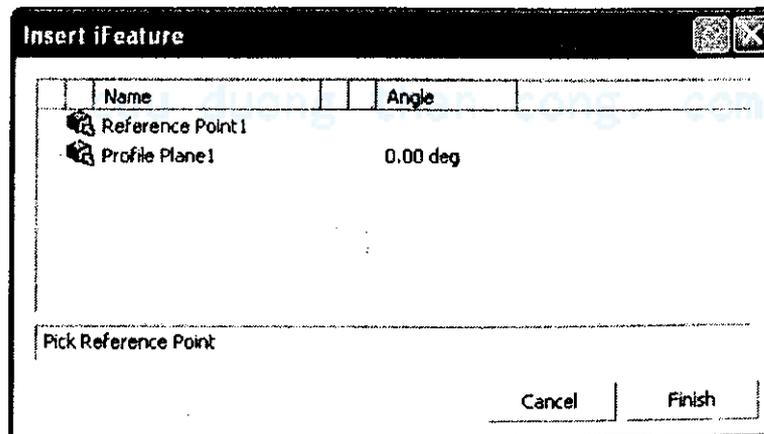
9.5.1.1 Feature - shaft: then hoa trên trục.

Môi trường làm việc để đưa hình then hoa vào là bản thiết kế chi tiết (**Part**) hoặc bản lắp ghép (**Assembly**). Tại đây phải có chi tiết hình trụ để tạo then hoa trên chi tiết này. Kích thước hình trụ phải phù hợp với kích thước then hoa khi nhập số liệu để tính toán.

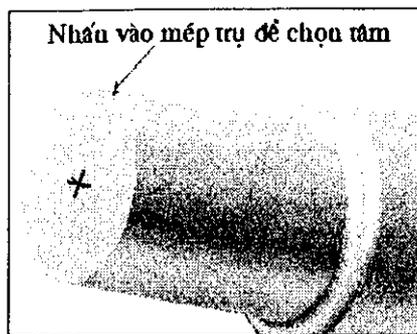
Ví dụ khi chúng ta tính cho then hoa có Nom. Splining Diameter D: đường kính then là 15, thì hình trụ để tạo then hoa cũng phải có đường kính là 15.

Tại hộp thoại nói trên nhấn nút **Generate** để đưa vào bản vẽ.

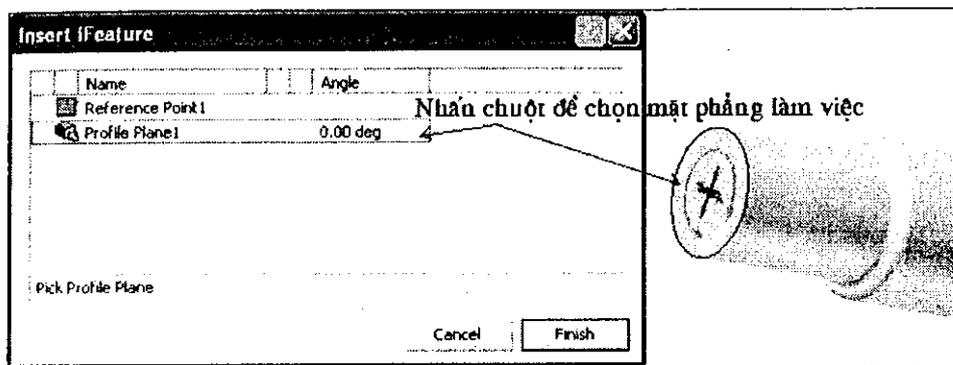
Tại bản thiết kế chi tiết hoặc bản lắp, hộp thoại hiện ra:



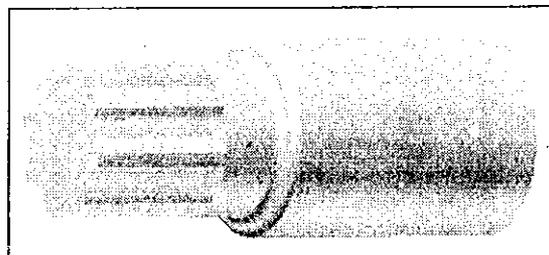
Nhấn chọn điểm tâm, tâm điểm hiện ra.



Trong hộp thoại nhấn vào dòng Profile Plane1 và trên hình khối nhấn vào mặt đáy trụ để chọn mặt phẳng làm việc như hình dưới.



Nhấn **Finish** kết thúc lệnh. Then hoa được tạo ra.

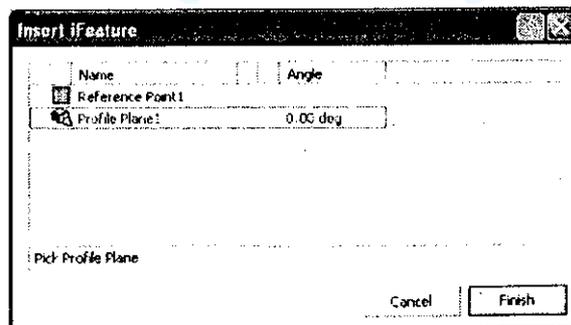


9.5.1.2 Feature-hole - then hoa trong lòng trụ

Tương tự như then hoa trên trục, môi trường làm việc để đưa then vào là chi tiết đơn (**Part**) hoặc bản lắp ghép (**Assembly**). Tại đây phải có chi tiết hình trụ để tạo then hoa trên chi tiết này. Kích thước hình trụ phải phù hợp với kích thước then hoa khi nhập số liệu để tính toán.

Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.

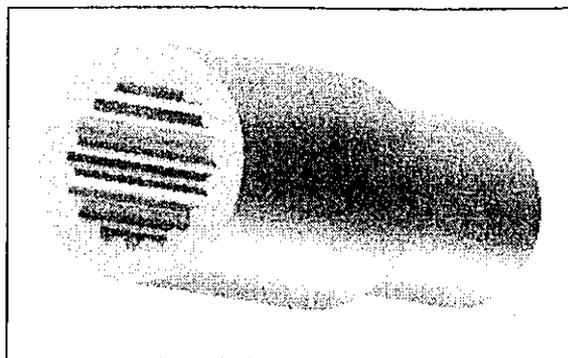
Tại bản thiết kế chi tiết hoặc bản lắp, hộp thoại hiện ra:



Các bước thực hiện giống như trường hợp trên.

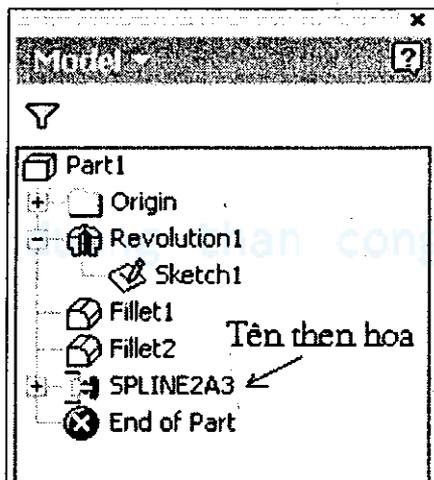
Nhấn **Finish** kết thúc lệnh. Rãnh then hoa được khoét trong lòng hình trụ.

Nhấn phím phải chuột vào tên rãnh, chọn **Edit iFeature**.

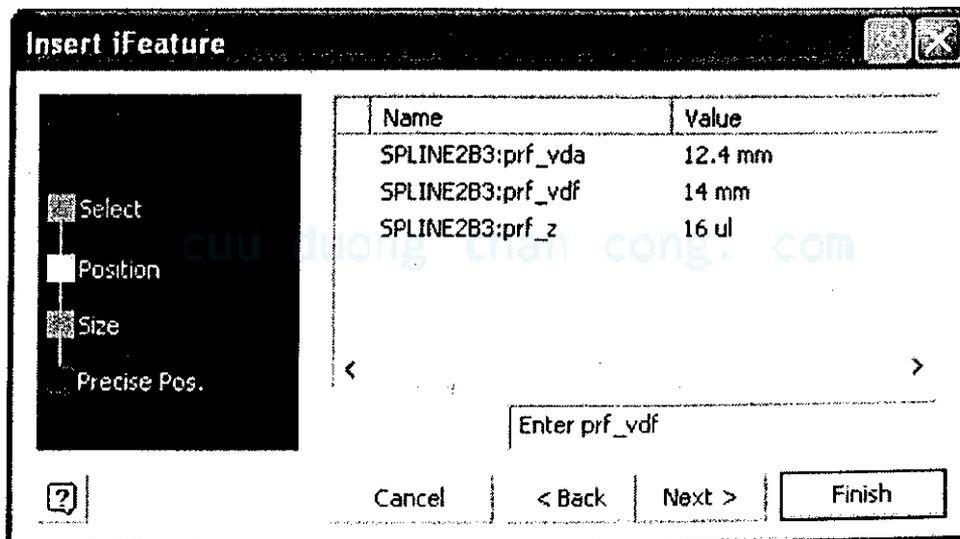


9.5.2 Chỉnh sửa then hoa

Cũng giống như các đối tượng hình khối khác, then hoa cũng có tên trong trình duyệt.



Nhấn phím phải chuột vào tên then cần sửa, chọn **Edit iFeature**, bảng thông số hiện ra.



Tại đây có thể thay đổi các tham số. Nhấn **Finish** kết thúc lệnh.

CHƯƠNG 10

MỐI GHÉP BU LÔNG ĐAI ỐC - BOLTED CONNECTION

Cho phép chúng ta kiểm tra thiết kế mối ghép bằng bulông. Tính toán các trị số ứng suất, ứng suất hợp tại bulông, ứng suất kéo cho phép, ứng suất của vít và ứng suất làm vênh vào lực làm việc trong nhóm tải trọng bulông nhỏ nhất có khả năng chịu tải trọng theo yêu cầu được chọn (xét chiều rộng danh nghĩa của các chi tiết được nối và vật liệu mối nối bằng bulông). Vật liệu có thể chọn từ bảng danh mục, hoặc trị số do người sử dụng định có thể được truy cập vào vùng dữ liệu đầu vào.

Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 8 - Phần I**.

10.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

Trước hết Tại ô **Standard** nhấn nút \blacktriangledown chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO.



Nhấn phím trái chuột vào tên mục **Bolted Connection** trong hộp thoại hoặc trên thanh lệnh **Bolted Connection** để khởi tạo việc tính toán thiết kế.

Hộp thoại hiện ra. Trong hộp thoại có các mục **Geometry, Calculation, Material** để tạo ra các thông số kỹ thuật cho chi tiết.

Trước hết phải đặt mục tiêu tính toán. Tùy theo mục tiêu tính toán, hộp thoại có các mục tương ứng để người dùng tiến hành công việc.

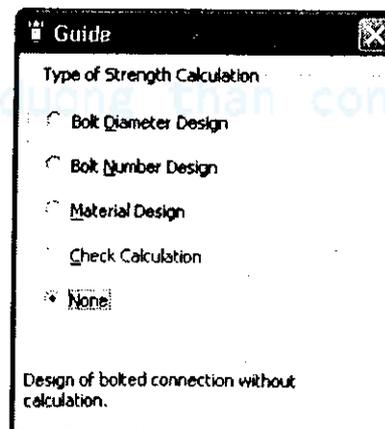
10.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

DẠNG LỆNH:

Trình đơn: **Tools \Rightarrow Guide**

Thanh công cụ:

Hộp thoại hiện ra:



Các phương án chọn như sau:

⊙ **None**: không cần tính. Người dùng tự do chọn các thông số hình học của bu lông để đưa vào mối ghép không cần tính toán.

⊙ **Bolt Diameter Design**: tính chọn đường kính bu lông. Người dùng cho số lượng bu lông trong mối ghép và các thông số về tải trọng để tính ra đường kính và các thông số khác bảo đảm độ bền cho mối ghép.

⊙ **Bolt Number Design**: tính chọn số lượng bu lông. Người dùng cho đường kính bu lông và các thông số về tải trọng để tính số lượng bu lông và các thông số khác bảo đảm độ bền cho mối ghép.

⊙ **Material Design**: tính chọn vật liệu. Người dùng cho đường kính, số lượng bu lông và các thông số về tải trọng để tính ra vật liệu bảo đảm độ bền của mối ghép.

⊙ **Check Calculation**: tính kiểm tra. Người dùng cho tất cả các thông số về bu lông, tải trọng, vật liệu để tính kiểm tra độ bền của mối ghép.

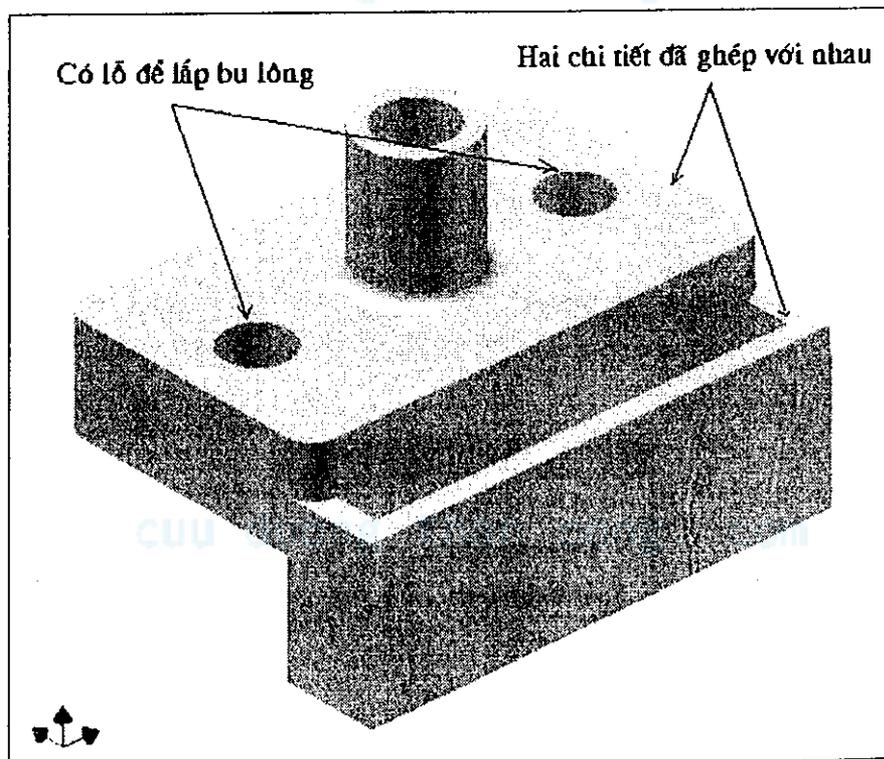
Chúng ta nghiên cứu theo từng phương án.

10.3 ĐƯA MỐI GHÉP VÀO BẢN VẼ LẮP KHÔNG CẦN TÍNH TOÁN

Trong hộp thoại **Guide** chọn ⊙ **None**

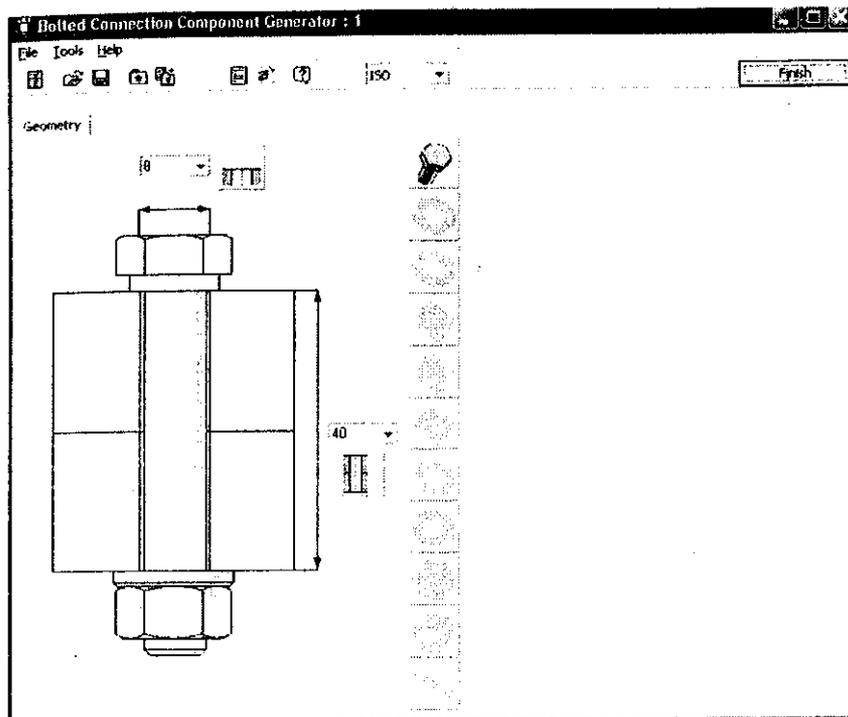
10.3.1 Môi trường làm việc

Mối ghép bu lông, đai ốc là mối ghép ren. Môi trường làm việc cho trường hợp này là cụm lắp ghép (**Assembly**). Trong cụm này phải có các tấm ghép và lỗ để tra bu lông và bắt ốc.



10.3.2 Chọn hình dạng bu lông đai ốc - Geometry

Sau khi chọn phương án trong mục tiêu tính toán, hộp thoại có dạng:



Đây chính là các thông số về hình dạng của bu lông, đai ốc và các phụ tùng khác.

Nhấn nút  tại ô để chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Mặc định là ISO.

Cho số liệu vào các ô nhập liệu. Việc cho số liệu có thể gõ số trực tiếp hoặc nhấn nút

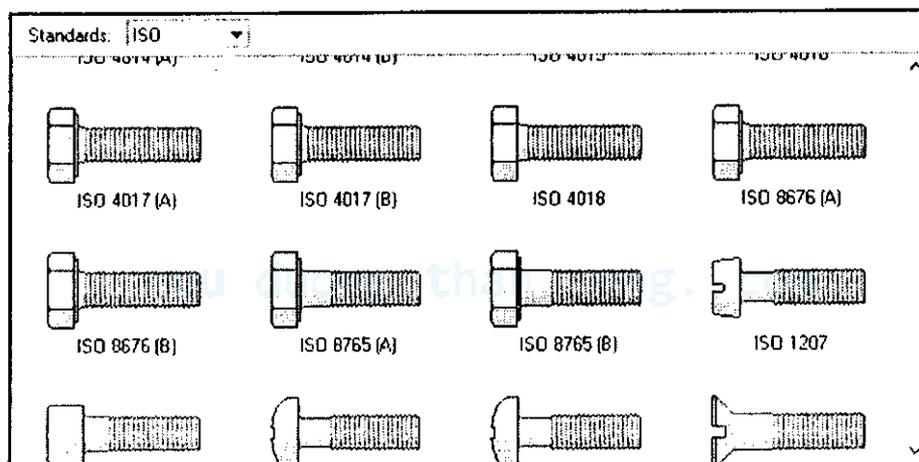


hoặc để đo các khoảng cách tương ứng trên mỗi ghép.

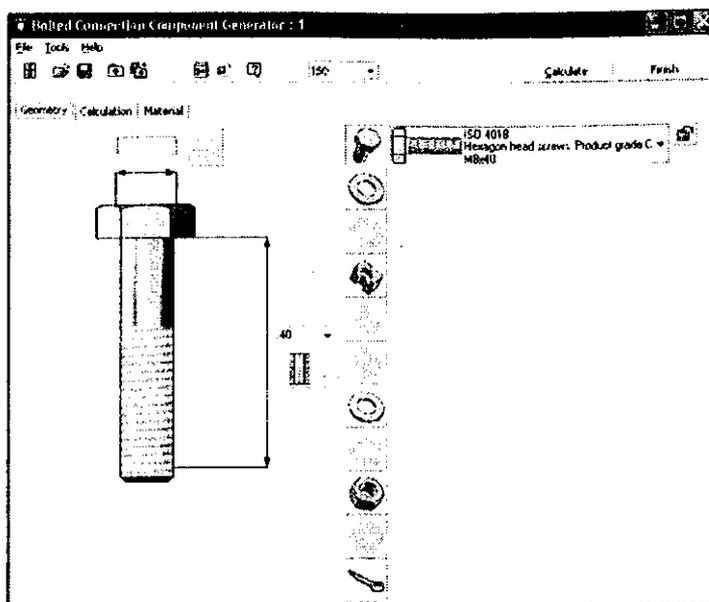
10.3.2.1 Bu lông



Nhấn nút để chọn hình dạng bu lông. Một bảng các dạng bu lông hiện ra:



Nhấn chọn bu lông theo yêu cầu. Bu lông đã chọn được hiển thị trên hộp thoại và trong ô danh sách như hình dưới.

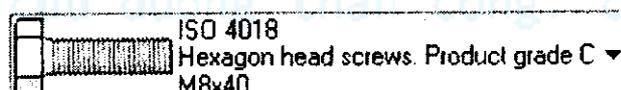


Theo hàng dọc, kích hoạt cả các đai ốc, vòng hãm, chốt chặn kèm theo. Nhấn trái chuột vào các nút này sẽ có hộp thoại hiện ra để chọn hình dạng và thông số cho các chi tiết này. Các thông số đều phụ thuộc vào đường kính thân của bu lông.

1. Thay đổi hình dạng

Hình dạng bu lông được hiển thị ngay trên hộp thoại:

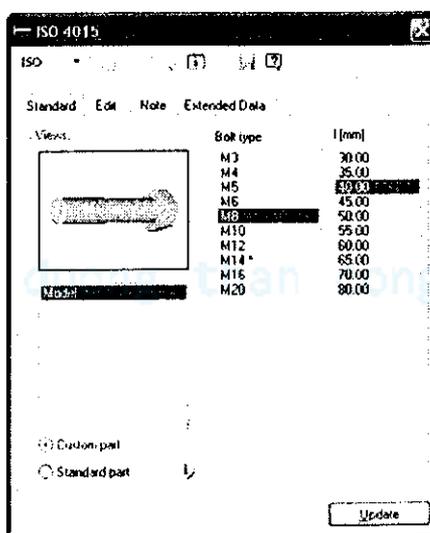
Muốn chọn hình dạng khác của bu lông, nhấn nút ▼ tại ô:



Bảng hình dạng hiện ra để chọn.

2. Thay đổi kích thước

Nhấn nút , hộp thoại hiện ra:



Tại đây có thể chọn kích thước thích hợp cho mỗi ghép:

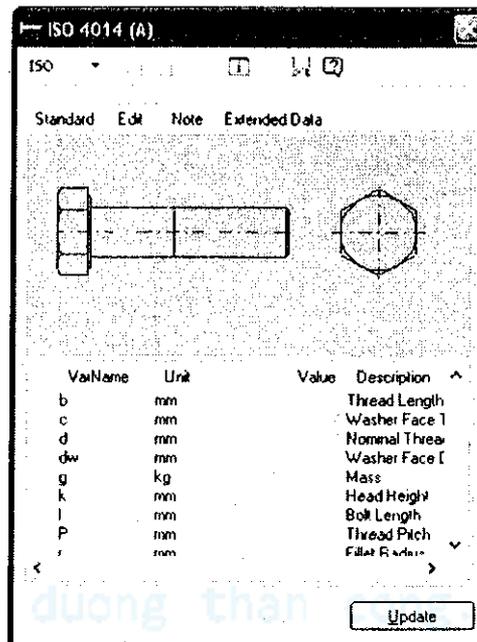
Bolt Type: *cỡ bu lông.*

l (mm): *chiều dài bu lông.*

Các lựa chọn để cho kích thước mới:

☉ **Standard part** - *chi tiết tiêu chuẩn.*

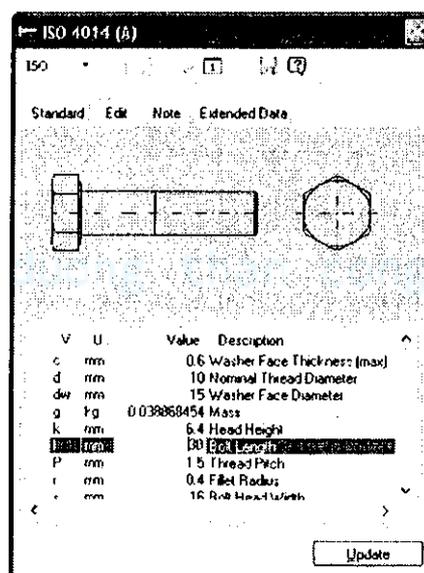
Nếu chọn phương án này, các kích thước của bu lông được cho trong một bảng có sẵn, không cho thêm kích thước theo ý người dùng được. Khi nhấn vào mục **Edit** trên hộp thoại, bảng các kích thước hiện ra:



Trong này cột **Value** - giá trị các kích thước bị mờ đi, không cho thay đổi.

☉ **Custom part** - *chi tiết do người dùng thiết lập.*

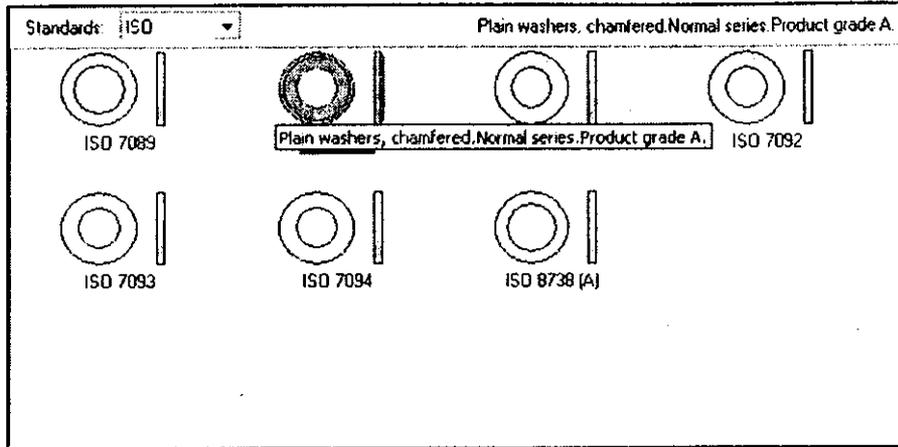
Phương án này cho phép người dùng thay đổi kích thước của bu lông (thêm các giá trị mới). Cột **Value** - giá trị các kích thước được kích hoạt, nhấn chuột vào ô cần thay đổi, gõ giá trị mới.



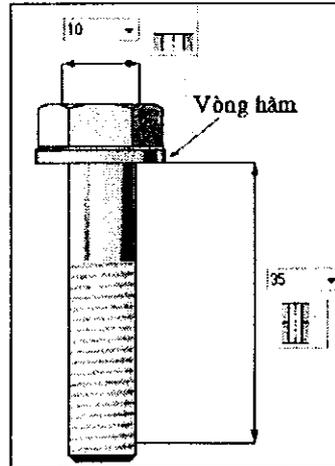
Sau khi chọn xong nhấn **Update** để trở lại hộp thoại chính chọn các thông số cho các chi tiết khác trên bu lông.
Nhấn **Finish**.

10.3.2.2 Vòng hãm

Nhấn nút  để chọn vòng hãm.
Hộp thoại hiện ra:

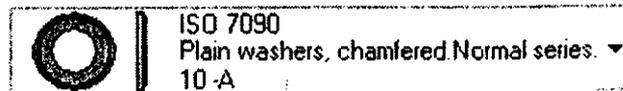


Nhấn chọn một trong các loại trên. Đồng thời nó cũng xuất hiện trong hình mô tả với bu lông.



1. Thay đổi hình dạng

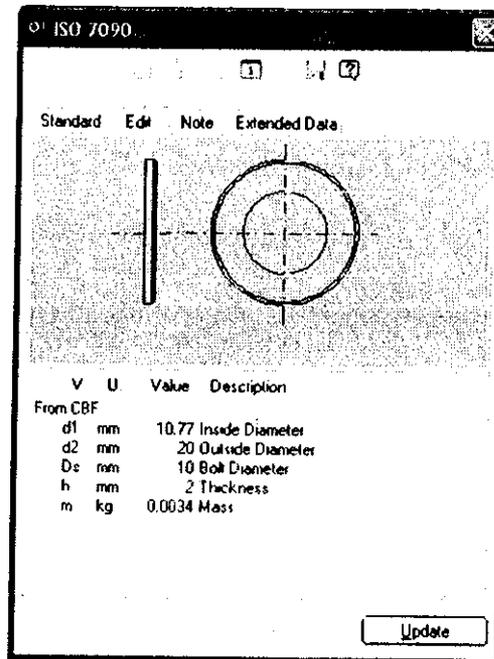
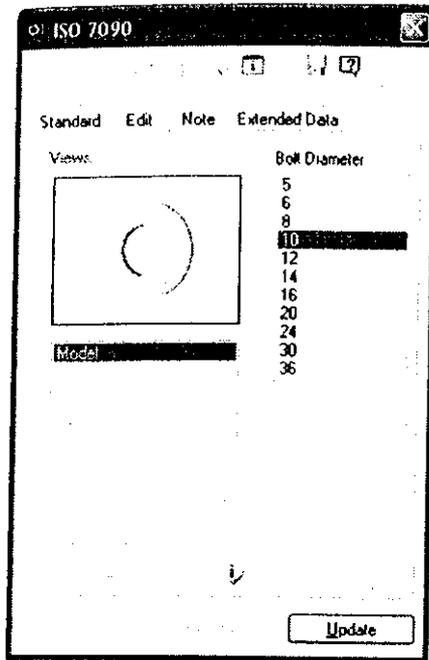
Muốn chọn hình dạng khác của vòng hãm, nhấn nút ▼ tại ô:



Bảng hình dạng hiện ra để chọn.

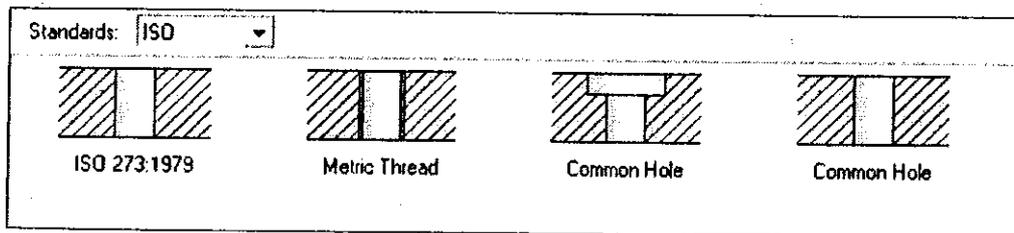
2. Thay đổi kích thước

Nhấn nút  để thay đổi kích thước. Hộp thoại hiện ra. Cách làm tương tự như với bu lông.

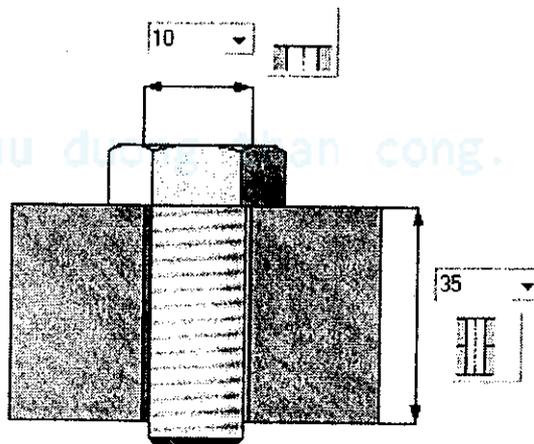


10.3.2.3 Lỗ trên tấm ghép

Nhấn nút  để chọn hình dạng lỗ trên tấm ghép. Hộp thoại hiện ra:

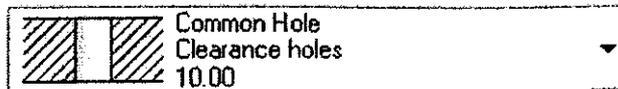


Nhấn vào hình để chọn. Hình ảnh của tấm được hiện ngay trên hộp thoại chính.



1. Thay đổi hình dạng

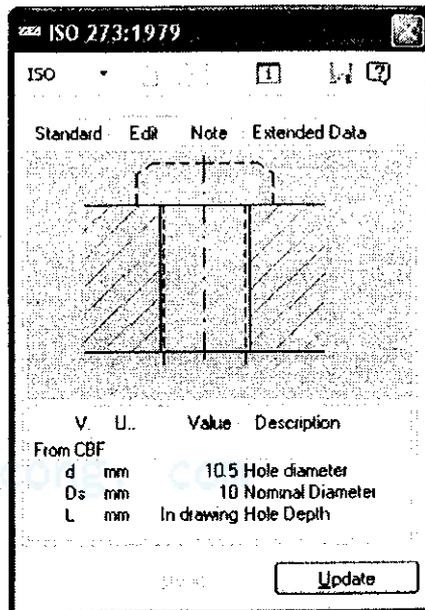
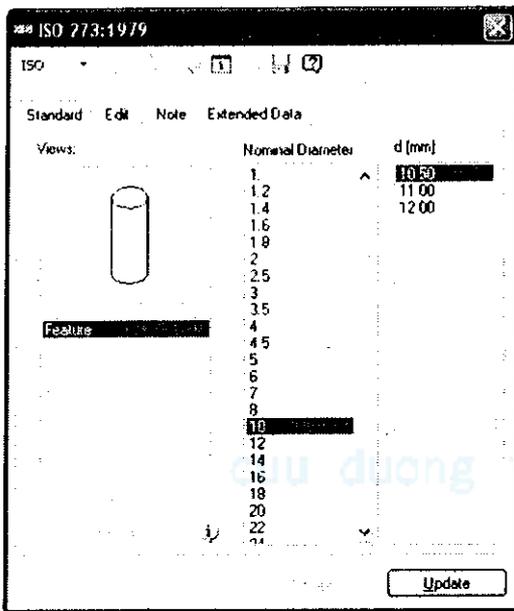
Muốn chọn hình dạng khác của vòng hãm, nhấn nút ▼ tại ô:



Bảng hình dạng hiện ra để chọn.

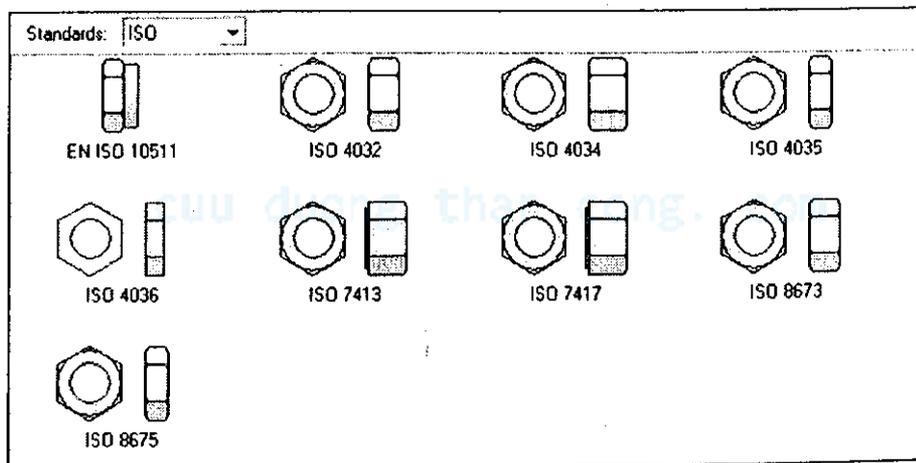
2. Thay đổi kích thước

Nhấn nút để thay đổi kích thước. Hộp thoại hiện ra và cách làm như đối với các chi tiết khác.

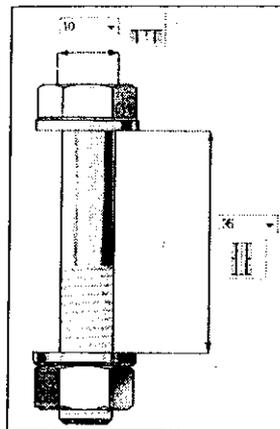


10.3.2.4 Đai ốc

Nhấn nút để chọn đai ốc. Bảng danh mục hiện ra:

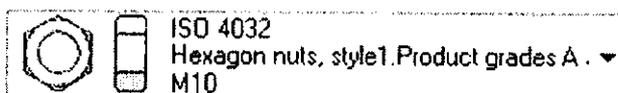


Sau khi chọn, hình của đai ốc được ghép vào bu lông như sau:



1. Thay đổi hình dạng

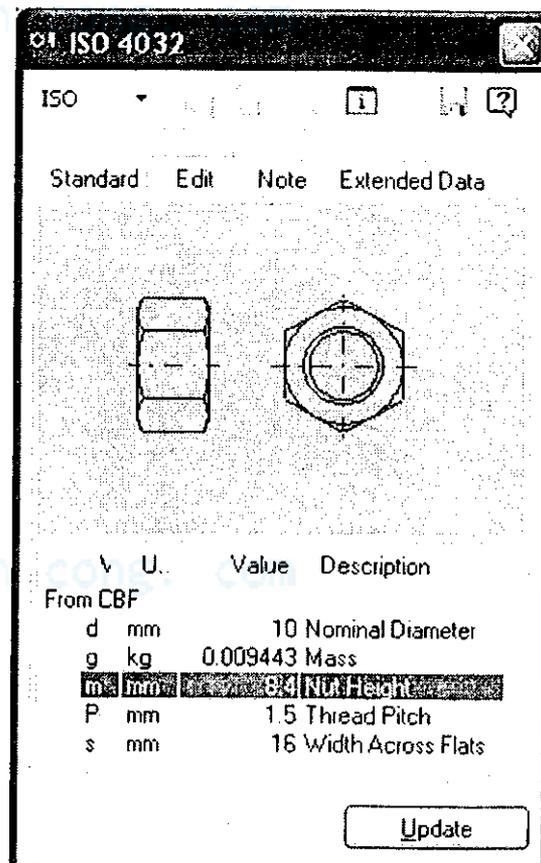
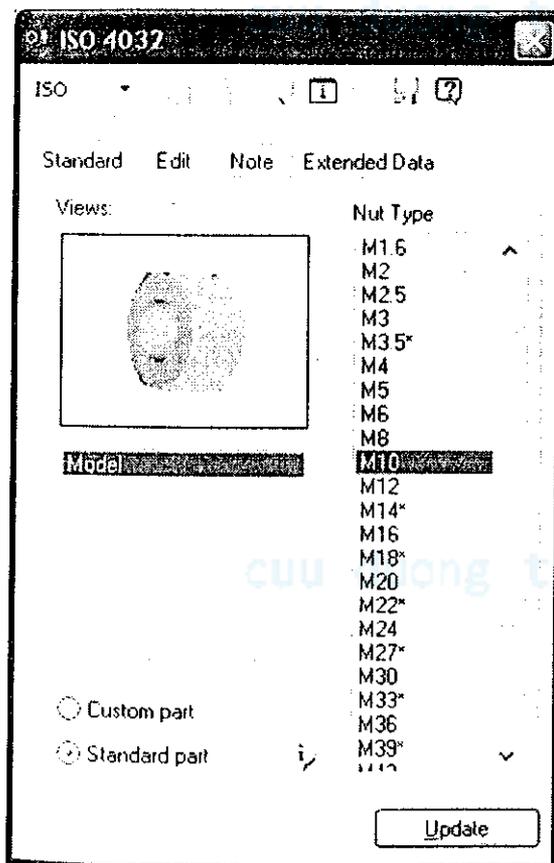
Muốn chọn hình dạng khác của đai ốc, nhấn nút ▼ tại ô:



Bảng hình dạng hiện ra để chọn.

2. Thay đổi kích thước

Nhấn nút để thay đổi kích thước. Hộp thoại hiện ra và cách làm như đối với các chi tiết khác.



10.3.3 Đưa cụm bu lông - đai ốc vào bản lắp

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

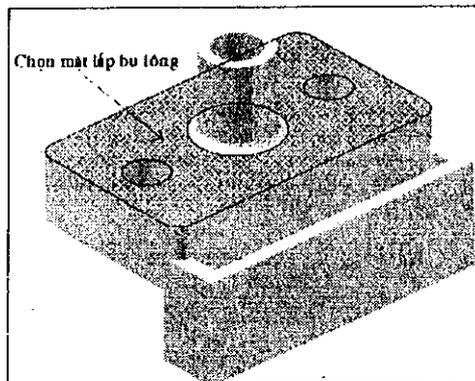
Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào bản lắp ghép.

Nhấn nút trong hộp thoại chính để đưa mỗi ghép vào bản lắp.

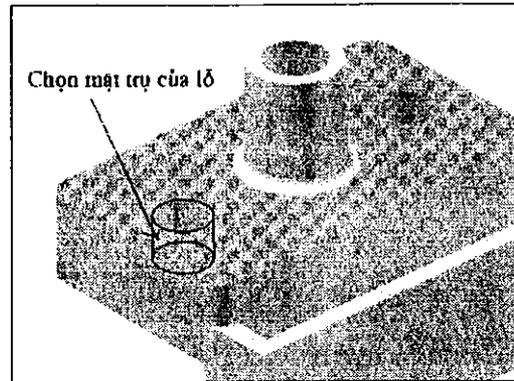
Tại bản lắp ghép, các dòng nhắc hiện ra dưới đáy màn hình:

Select Plane where bolted connection starts: *chọn mặt phẳng bắt đầu mỗi ghép lắp bu lông.*

Nhấn chuột vào mặt của tấm ghép áp với mũ bu lông hoặc vòng hãm phía mũ bu lông (hình a).



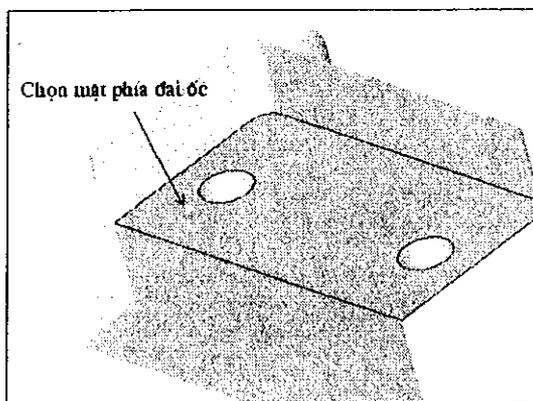
a



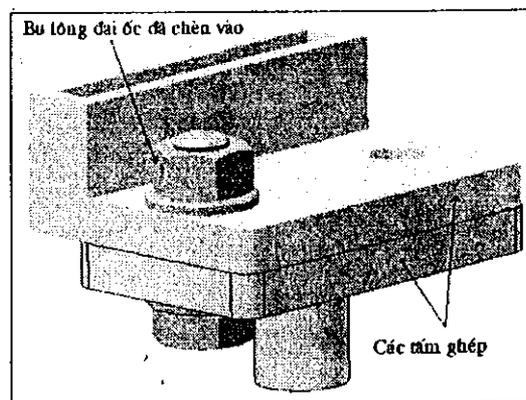
b

Select cylindrical face of an existing hole: *chọn mặt trụ của lỗ trong mỗi ghép.* Nhấn trái chuột vào mặt trụ (hình b).

Select plane where bolted connection ends: *chọn mặt phẳng cuối mỗi ghép.* Nhấn trái chuột vào mặt áp với đai ốc hoặc vòng hãm phía đai ốc.



c



d

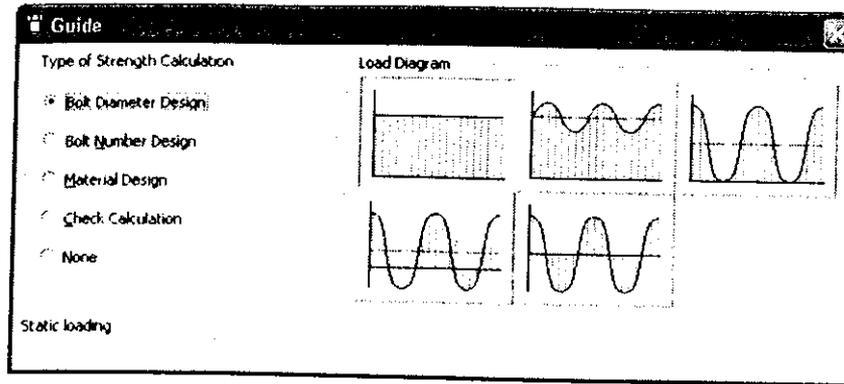
Kết quả như hình d.

10.4 TÍNH CHỌN ĐƯỜNG KÍNH BU LÔNG - BOLT DIAMETER DESIGN

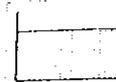
Trong hộp thoại **Guid** chọn phương án:

☉ **Bolt Diameter Design:** *tính chọn đường kính bu lông.*

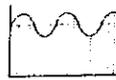
Hộp thoại phát triển thêm các phương án khác:



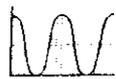
Trong này có thêm các phương án chọn biểu đồ tải trọng:



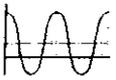
Static loading: tải trọng tĩnh.



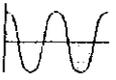
Fatigue loading with fluctuating course: tải trọng mỏi với hành trình dao động.



Repeated fatigue loading: tải trọng mỏi tuần hoàn.



Assymetry reversed load: tải trọng đảo phi đối xứng.

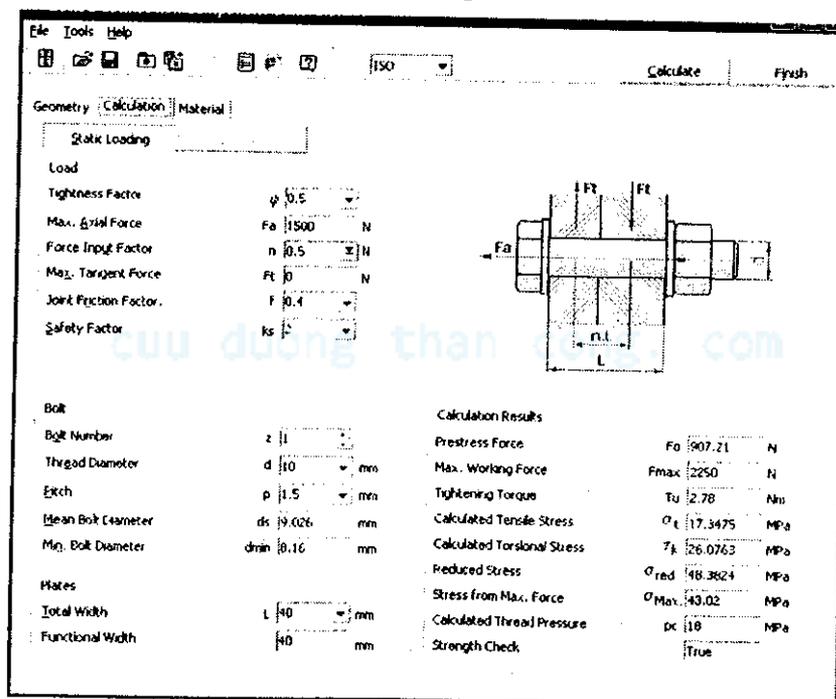


Symetric reversed load: tải trọng đảo đối xứng.

Trước hết phải tính tải trọng tĩnh để thực hiện mục tiêu tính toán sau đó mới chọn các loại tải trọng khác để tính thêm độ bền.

Chọn một trong các phương án này để tính toán.

Khi chọn xong phương án, hộp thoại có dạng:



Tại đây có các mục:

Geometry - thông số hình học của bu lông đai ốc.

Đã giới thiệu tại phần 1.1.3.

Trong phương án tính toán này chúng ta chỉ cần chọn hình dạng bu lông, số các vòng hãm, hình dạng và số đai ốc còn đường kính tự động tính toán.

Material - vật liệu của bu lông đai ốc và tấm ghép.

Việc chọn vật liệu có ảnh hưởng rất lớn đến tính toán ra đường kính bu lông.

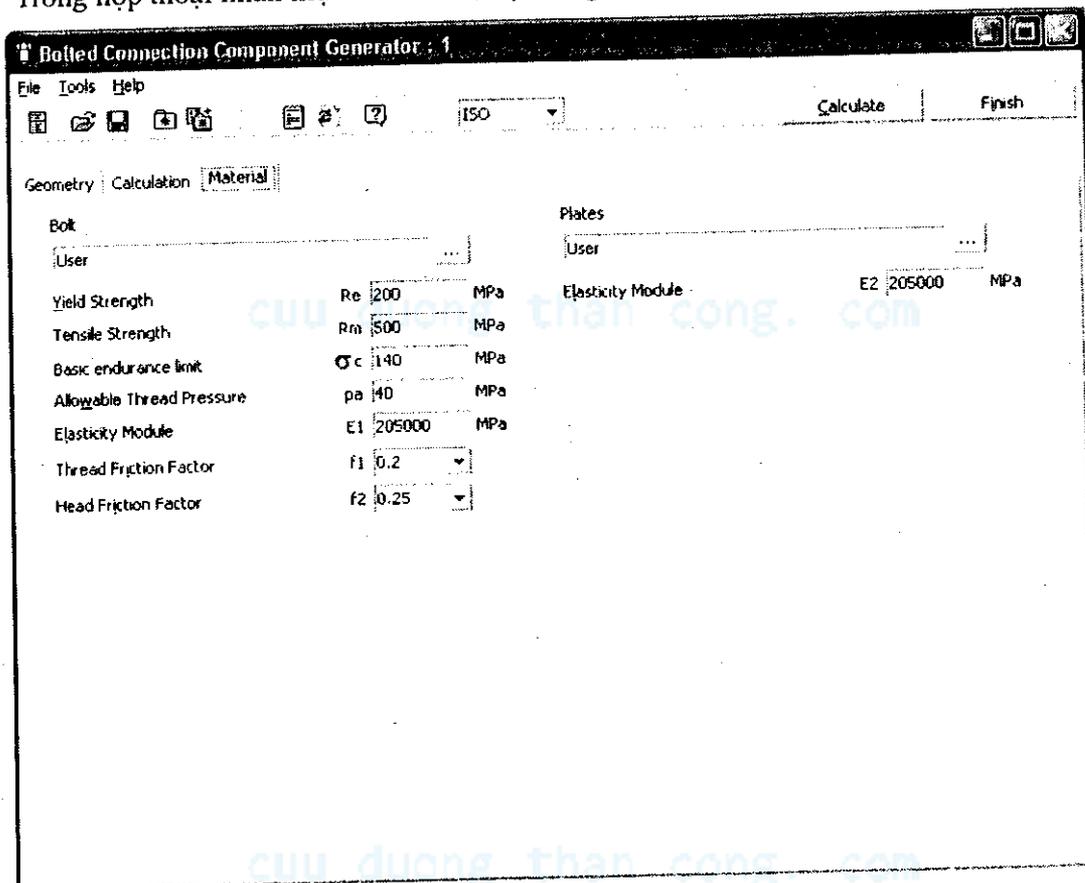
Calculation - tính toán.

Hai phần này sẽ trình bày dưới đây.

10.4.1 Chọn vật liệu - Material

Việc chọn vật liệu dùng cho cả bu lông và tấm ghép nếu như khi thiết kế, tấm ghép đã gán vật liệu thì tại đây cho tên vật liệu đó vào để tính toán.

Trong hộp thoại nhấn mục **Material**, nội dung như sau:



Nhấn nút \blacktriangledown tại ô để chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Mặc định là ISO.

Nhóm Bolt - chọn vật liệu cho bu lông.

Nhóm Plates - chọn vật liệu cho các tấm ghép.

Nhấn nút \dots để hiện ra danh sách vật liệu.

Khi đã có vật liệu, các thông số sẽ có các giá trị tương ứng hiện lên tại các ô số liệu. Nếu không dùng bảng vật liệu có sẵn, tại các ô thông số có thể nhập số liệu trực tiếp.

Các thông số gồm:

Yield Strength: R_e giới hạn chảy.
Tensile Strength: R_m ứng suất kéo.

Basic Endurance limit: σ_c giới hạn mỏi cơ sở.

Allowable Thread Pressure: p_a áp lực ren cho phép. Tại đây chúng ta có thể tham khảo bảng thông số dùng cho bu lông đai ốc theo bảng sau:

Vật liệu đai ốc (Nut material)	Độ bền của bu lông theo các tiêu chuẩn CNS và ISO (Strength class of bolt material according to the CSN and ISO standards)									
	4A	4D	4S	5D	5S	6S	6G	8G 8E	10K 10G	12K
	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9
	p_A [MPa]									
Thép (steel)	40	50	75	70	90	110	120	150	200	250
Gang xám (grey cast iron)	25	30	45	40	55	70	80	90	125	150
Hợp kim sáng màu (light alloys)	18	20	30	27	35	45	50	60	80	90

Elasticity Module: E_1 mô đun đàn hồi.

Thread Friction Factor: f_1 hệ số ma sát của ren. Đây là hệ số ma sát của ren giữa bu lông và đai ốc.

Nhấn nút ▼ để chọn các giá trị cần thiết hoặc gõ trực tiếp. Có thể tham khảo theo bảng sau:

Bề mặt ren (Thread surface)	Không bôi trơn (non-lubricated)	Có bôi trơn (lubricated)
Mạ đen hoặc phốt phat (black or phosphate coating)	0.14 đến 0.21	0.12 đến 0.15
Mạ kẽm (galvanic zinc coating)	0.13 đến 0.18	0.12 đến 0.17
Mạ cadimi (cadmium plating)	0.08 đến 0.12	0.08 đến 0.11

Head Friction Factor f_2 : hệ số ma sát của mũ bu lông hoặc đai ốc. Đây là hệ số ma sát giữa bề mặt bu lông và đai ốc với bề mặt tấm ghép.

Nhấn nút ▼ để chọn các giá trị cần thiết hoặc gõ trực tiếp. Có thể tham khảo theo bảng sau:

Vật liệu (Material)	Không bôi trơn (non-lubricated)	Có bôi trơn (lubricated)
Thép - thép (steel - steel)	0.8	0.16
Thép - gang (steel - cast iron)	0.4	0.21
Thép - đồng thau (steel - brass)	0.35	0.19
Thép - đồng thau (steel - brass)	0.13	0.16
Gang - gang (cast iron - cast iron)	1	0.15 - 0.20
Gang - đồng đỏ (cast iron - bronze)	0.25	0.08

Đồng - đồng (bronze - bronze)	0.25	0.10
Nhôm - nhôm (aluminum - aluminum)	1.35	0.30
Đồng - đồng (copper - copper)	1	0.08
Thép - nhựa tổng hợp trong suốt (steel - plexiglas)	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5
nhựa tổng hợp trong suốt - nhựa tổng hợp trong suốt (plexiglas - plexiglas)	0.8	0.8

Bảng vật liệu như sau:

Material	heat treatment	Re/Rp02 [MPa]	Rm [MPa]	E [MPa]	Desc.
29 EN C25		320	500	206000	Heat-treatment steel
30 EN C30		350	550	206000	Heat-treatment steel
31 EN C35		380	600	206000	Heat-treatment steel
32 EN C40		400	630	206000	Heat-treatment steel
33 EN C45	heat treated	430	650	206000	Heat-treatment steel
34 EN C50	heat treated	460	700	206000	Heat-treatment steel
35 EN C55	heat treated	490	750	206000	Heat-treatment steel
36 EN C60	heat treated	520	800	206000	Heat-treatment steel
37 EN P295GH		290	460	206000	Heat-resistant steel
38 EN 28Mn6	heat treated	490	700	206000	Heat-treatment steel
39 EN 17Cr3		340	580	206000	Case-hardening steel
40 EN 34Cr4	heat treated	590	800	206000	Heat-treatment steel
41 EN 37Cr4	heat treated	630	850	206000	Heat-treatment steel
42 EN 41Cr4	heat treated	660	900	206000	Heat-treatment steel
43 EN 16MnCr5	case-hardened	680	900	206000	Case-hardening steel
44 EN 20MnCr5	case-hardened	680	980	206000	Case-hardening steel
45 EN 16Mo3		270	440	206000	Heat-resistant steel
46 EN 12CrMo4		290	450	206000	Heat-resistant steel

Các cột thiết yếu trong danh sách:

- Material: *tên vật liệu.*
- Heat treatment: *gia công nhiệt. Trong cột này có các phương pháp gia công nhiệt như sau:*
 - case-hardened: *tôi bề mặt.*
 - heat treated: *gia công nhiệt.*
- Yield Strength: Re/Rp02 *giới hạn chảy.*
- Tensile Strength: Rm *ứng suất kéo.*
- Elasticity Module: E *mô đun đàn hồi.*
- Disc: *ghi chú. Tại đây mô tả loại thép.*
 - Một số tên loại thép có trong danh sách:
 - Stainless Steel: *thép không gỉ.*
 - Free cutting Steel: *thép dễ bong phoi. Thường dùng gia công trên máy tự động.*
 - Structural Steel: *thép kết cấu.*
 - Heat resisting stainless Steel: *thép chịu nhiệt không gỉ.*

Gray cast Iron: gang xám.
 Nodular cast Iron: gang sần.
 Malleable cast Iron: gang dẻo.

Các nút tra cứu nhanh trong bảng:

Search In: tìm theo các thông số. Nhấn nút để hiện ra các thông số cần thiết. Nhấn chọn. Tiếp theo cho giá trị vào ô:

Look for: giá trị cần tìm.

Find Now nhấn chuột để tìm. Con trỏ sẽ đánh dấu vật liệu cần chọn trong bảng danh sách.

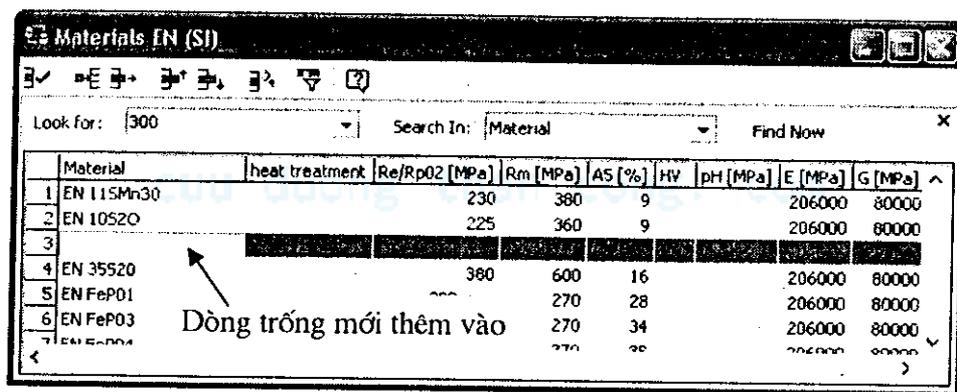
Trong ví dụ trên hộp thoại tìm vật liệu có Rm là 500.

Các nút thực thi công việc:

chấp nhận vật liệu đã chọn cho bu lông. Nhấn nút này và trở về hộp thoại chính.

thêm vật liệu mới vào bảng vật liệu.

Nhấn nút này, một dòng trống hiện ra để người dùng điền thêm tên và các thông số của vật liệu bảng.

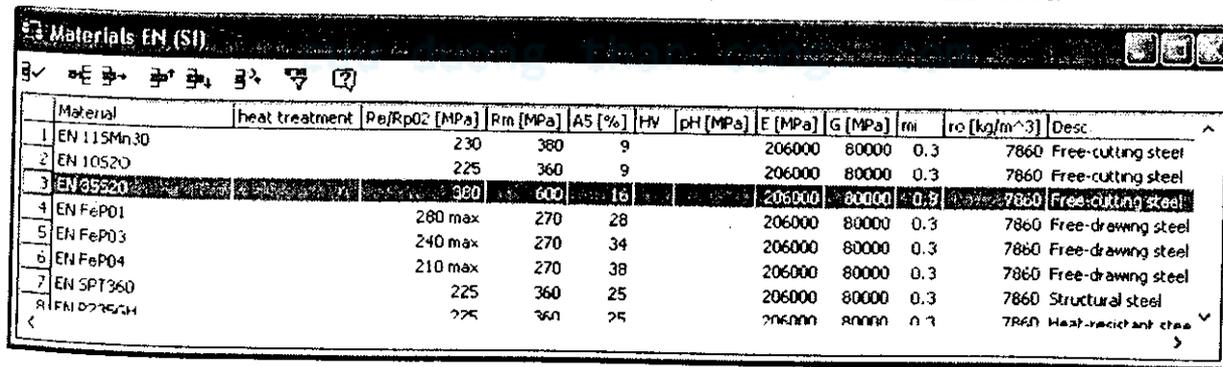


xoá tên vật liệu được chọn khỏi danh sách.

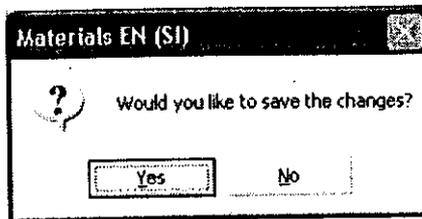
đưa tên vật liệu được chọn lên dòng trên.

đưa tên vật liệu được chọn xuống dòng dưới.

cho hiện các nút tra cứu nhanh. Thường nút này để ON, nếu nhấn OFF (nổi lên) thì trên hộp thoại không có các nút **Search In, Look for, Find Now** như hình dưới.



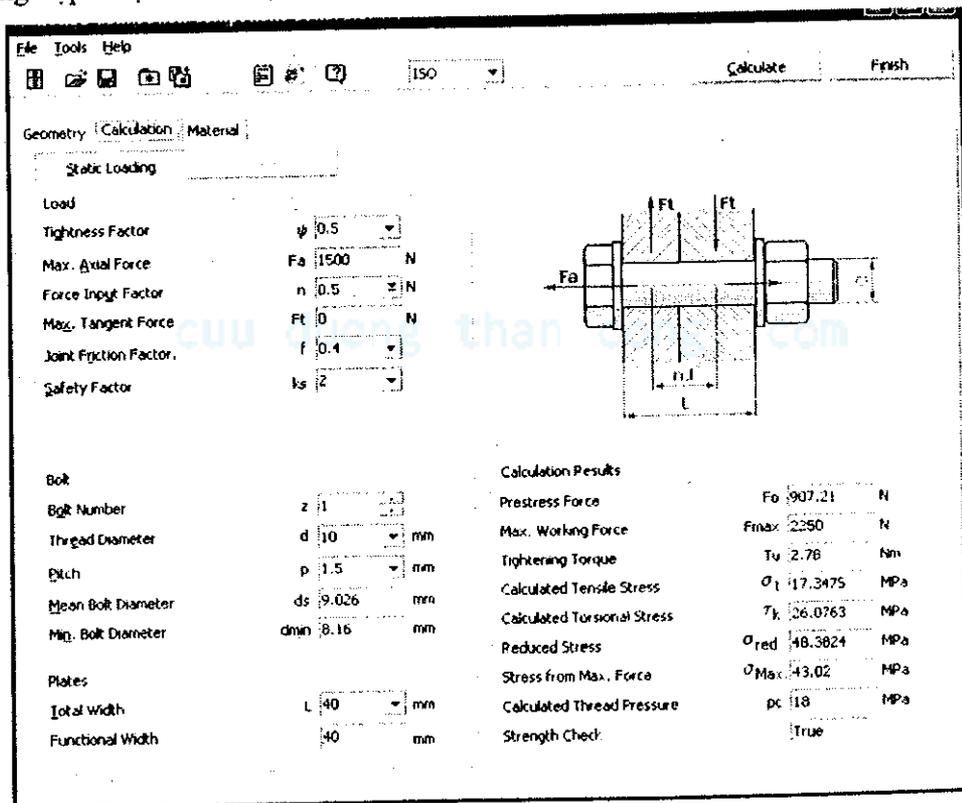
 cho hiện một số cột cơ bản của vật liệu. Nút này OFF (nổi lên), tất cả các cột của vật liệu được hiện ra (hình trên), ON chỉ cho hiện một số cột thiết yếu nhất.
 Khi có thay đổi danh sách, hộp thoại hiện ra:



Nhấn **Yes** chấp nhận thay đổi, **No** - không thay đổi.

10.4.2 Tính toán mối ghép - Calculation

Trong hộp thoại nhấn chọn **Calculation**, hộp thoại có nội dung như sau:



Nhấn nút  tại ô để chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Mặc định là ISO.

10.4.2.1 Static Loading - Tải trọng tĩnh

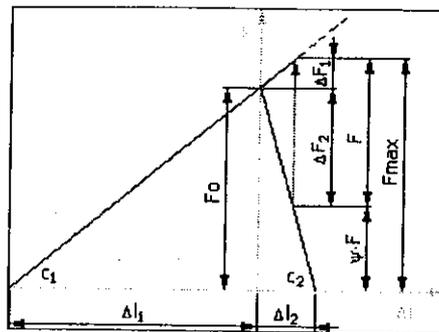
Nội dung này được chọn tại hộp thoại **Guide**. Nội dung hộp thoại như hình trên.
 Trong này có các nhóm:

Nhóm Load - lực tác dụng lên môi ghép. Các thông số gồm:

Tightness Factor: độ dôi (độ kín khít).

Giá trị này cho trong khoảng $\psi = (0.2 \text{ đến } 1.2)$.

Nếu không cho giá trị cần thiết, sẽ lấy giá trị nhỏ nhất ($\psi_{min} = 0.2$). Đối với mối ghép có lực động, ví dụ như trong thanh truyền hoặc tay đòn, hệ số này thường phải lớn hơn. Giá trị này cũng có thể được lấy ra từ biểu đồ lực vắn chặt của mối ghép.



Trong đó:

- F Lực tác dụng (operation force).
- ψ Độ dôi (factor of joint tightness).
- F_0 Lực vắn chặt (prestress force).
- F_{max} Lực tác dụng lên bu lông lớn nhất (maximum operation force in the bolt).
- ΔF_1 Lực tăng lên ở bu lông
- ΔF_2 Lực giảm đi ở chi tiết tấm bị kẹp
- ΔL_1 Độ giãn của bu lông (bolt elongation).
- ΔL_2 Độ nén của tấm ghép (compression of connected material).
- c_1 Hằng số đàn hồi của bu lông (bolt spring constant).
- c_2 Hằng số đàn hồi của tấm ghép (connected material spring constant)

Max. Axial Force: lực dọc trục lớn nhất.

Force Input Factor: hệ số lực đặt vào tấm ghép. Có thể tham khảo bảng hệ số dưới đây tùy theo lực kéo hay nén.

	$n = 1$ ($L_F = L$)	$n = 0.75$ ($L_F = 0.75 L$)	$n = 0.5$ ($L_F = 0.5 L$)	$n = 0.25$ ($L_F = 0.25 L$)

Trong đó : $L_F \dots$ bề rộng của vật liệu (tấm ghép) chịu tác dụng của lực.

Max. Tangent Force: lực tiếp tuyến lớn nhất.

Joint Friction Factor: hệ số ma sát của liên kết. Hệ số này là ma sát giữa các mặt của các tấm ghép. Có thể tham khảo hệ số theo bảng dưới đây:

Vật liệu (Material)	Không bôi trơn (non-lubricated)	Có bôi trơn (lubricated)
Thép - thép (steel - steel)	0.8	0.16
Thép - gang (steel - cast iron)	0.4	0.21
Thép - đồng thau (steel - brass)	0.35	0.19
Thép - đồng thau (steel - brass)	0.13	0.16
Gang - gang (cast iron - cast iron)	1	0.15 - 0.20
Gang - đồng đỏ (cast iron - bronze)	0.25	0.08
Đồng - đỏ (bronze - bronze)	0.25	0.10
Nhôm - nhôm (aluminum - aluminum)	1.35	0.30
Đồng - đồng (copper - copper)	1	0.08
Thép - nhựa tổng hợp trong suốt (steel - plexiglas)	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5
Nhựa tổng hợp trong suốt - nhựa tổng hợp trong suốt (plexiglas - plexiglas)	0.8	0.8

Safety factor: *hệ số an toàn.*

Nhóm Bolt - bu lông.

Bolt number

z: số bu lông. Theo mục tiêu tính toán thì giá trị này do người dùng nhập vào.

Các thông số sau được tự động tính ra.

Thread Diameter

d: đường kính ren

Pitch

p: bước ren.

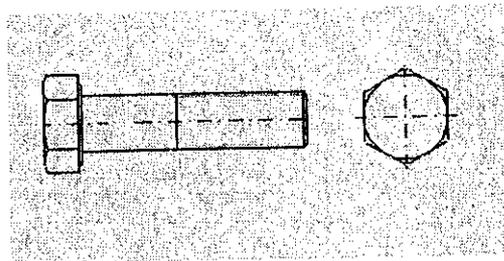
Mean Bolt Diameter

ds: đường kính trung bình của thân bu lông.

Min. Bolt Diameter

d_{min}: đường kính nhỏ nhất của thân bu lông.

Các kích thước này được minh họa như hình dưới.



Nhóm Plates - tấm ghép

Các thông số sau:

Total Width: *bề dày toàn bộ của các tấm ghép.* Tại đây người dùng nhập số liệu.

Functional Width: *bề dày chức năng.* Máy tự tính.

Nhóm Calculation Results - Kết quả tính toán

Sau khi cho đủ các số liệu, nhấn nút , chúng ta có kết quả sau:

Calculation Results		
Prestress Force	Fo	907.21 N
Max. Working Force	Fmax	2250 N
Tightening Torque	Tu	2.78 Nm
Calculated Tensile Stress	σ_t	17.3475 MPa
Calculated Torsional Stress	T_k	26.0763 MPa
Reduced Stress	σ_{red}	48.3824 MPa
Stress from Max. Force	σ_{Max}	43.02 MPa
Calculated Thread Pressure	pc	18 MPa
Strength Check		True

- Prestress Force: *Lực vận chặt bu lông.*
 Max. Working Force: *Lực làm việc lớn nhất.*
 Tightening Torque: *Mô men xiết.*
 Calculated Tensile Stress: *Ứng suất kéo tính được.*
 Calculated torsional Stress: *Ứng suất xoắn tính được.*
 Reduced Stress: *Ứng suất khử.*
 Stress from Max. Force: *Ứng suất do lực lớn nhất.*
 Calculated Thread Pressure: *Lực ép vào ren tính được.*
 Strength Check: *Độ bền kiểm tra. Kết quả này là True - bảo đảm, Faile - không bảo đảm.*

Khi đã tính xong, chúng ta đưa vào bản lắp như trường hợp thứ nhất.



10.4.2.2 Fatigue loading with fluctuating course - tải trọng mỏi với hành trình dao động.

Hộp thoại như sau:

The screenshot shows a software interface for calculating the fatigue life of a bolt joint. It includes the following sections:

- Geometry Calculation Material:**
 - Static Loading / Fatigue Loading
 - Fatigue Loading of Bolt Joint
 - Cycle Upper Loading: Normal Force F_{nh} 15 N
 - Cycle Lower Loading: Normal Force F_{nn} 0 N
- Endurance Limit Determination:**
 - Basic endurance limit σ_c 140 MPa
 - Factor of Stress Concentration k_f 0.833
 - Factor of Miscellaneous Effects K 1
- Calculation Parameters:**
 - Dynamic Strike Factor η 1
 - Life of a Joint in Thousands of Deflections N 1000
 - Required Safety Degree n_f 2.5
 - Method of Actual Mean Stress: $\left(\frac{\sigma_a}{\sigma_c}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_m}{F}\right) = 1$
 - Factor of Mean Diagram Narrowing ψ 0.15
- Calculation Results:**
 - Corrected Endurance Limit σ_n 117 MPa
 - Finite-Life Fatigue Limit σ_f 0 MPa
 - Mean Fatigue Strength of the Joint σ_M 180 MPa
 - Amplitude of Joint Fatigue Strength σ_A 95 MPa
 - Mean Cycle Stress σ_m 0.11 MPa
 - Cycle Stress Amplitude σ_a 0.05 MPa
 - Calculated Safety of Joint 169.25

Trong hộp thoại này cả hai nút đều được kích hoạt:

Static Loading Fatigue Loading

Nhấn **Static Loading** - tính theo tải trọng tĩnh.

Nhấn **Fatigue Loading** - tính tải trọng mỏi, hộp thoại như hình trên.

Trong hộp thoại có các nhóm sau:

Nhóm Fatigue Loading of Bolt Joint - Tải trọng mỏi của mỗi ghép bu lông.

Cycle Upper Loading: Normal Force: *tải trọng lớn nhất: lực pháp tuyến.* Cho giá trị lớn nhất.

Cycle Lower Loading: Normal Force: *tải trọng nhỏ nhất: lực pháp tuyến.* Cho giá trị nhỏ nhất.

Nhóm Calculation Parameters - Các tham số tính toán.

Dynamic Stroke Factor: *hệ số va đập động.* Hệ số này có thể gõ trực tiếp vào ô nhập liệu hoặc nhấn nút  để có bảng hướng dẫn chọn:

Vùng nên chọn 

Recommended values of dynamic stroke factor

OK

Cancel

Dynamic Stroke Factor ? 1.5

Light shocks	Electric rotary machines, grinding machines, rotary compressors, steam and hydraulic turbines
Medium shocks	Steam engines, combustion engines, piston pumps, planing and shaping machines, lathes, vertical turret lathes
Heavy shocks	Forging presses, bending machines, shears, benches, pan mills
Very heavy shocks	Power hammers, roll stands, stone crushers, hammer mills

Trong này có các cơ cấu như sau:

Light Shocks: *va đập nhẹ.* Mỗi ghép trong các máy mài, động cơ điện, tua bin v.v..

Medium Shock: *va đập trung bình.* Trong động cơ hơi nước, máy tiện v.v...

Heavy Shock: *va đập mạnh.* Trong các máy đập v.v....

Very heavy shock: *va đập rất mạnh.* Trong các giá cán, búa máy v.v....

Nhấn vào các nút để có hệ số tương ứng.

Vùng tô đậm trên thanh trượt là các giá trị nên chọn.

Nhấn OK, hệ số sẽ cho vào ô nhập liệu của hộp thoại chính.

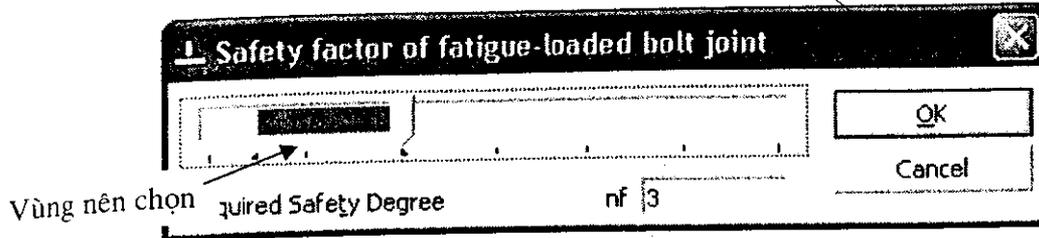
Có thể tham khảo sự tham gia của hệ số này trong công thức tính tải trọng tối đa

$$F_{\max} = F_m + \eta F_a$$

Life of a Joint in Thousands Deflections: *tuổi thọ của mỗi ghép tại chỗ võng.*

Nhấn nút  để chọn các giá trị có sẵn.

Required Safety Degree: *góc an toàn.* Gõ số trực tiếp hoặc nhấn nút  để hiện hộp thoại hướng dẫn chọn:

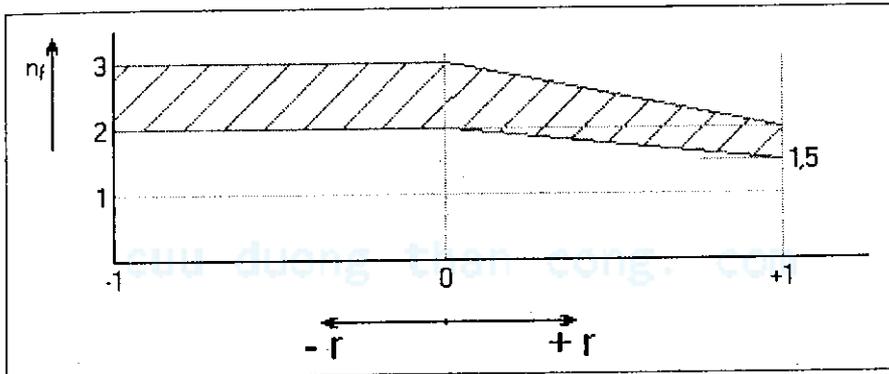


Vùng tô đậm trên thanh trượt là các giá trị nên chọn.
 Có thể hiểu chi tiết về góc này như sau:
 Hệ số an toàn tối thiểu của mỗi ghép chịu tải trọng mỏi được biểu diễn bằng tỷ số giữa tải trọng mỏi và ứng suất tính toán như sau:

$$n_f \leq \sigma_A / \sigma_a \text{ or } n_f \leq \tau_A / \tau_a.$$

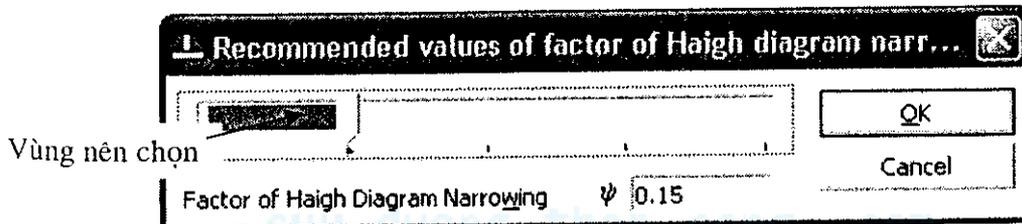
Nên lấy trong khoảng $n_f = \langle 1.5 \dots 3 \rangle$.

Hình dưới minh họa tác dụng của tải trọng lên độ an toàn của mỗi ghép. Khoảng giới hạn nên chọn của hệ số này phụ thuộc vào chu kỳ tuần hoàn $r = \sigma_n / \sigma_h$ được cho trong phần gạch chéo của biểu đồ.



Method of Virtual Mean Stress: phương pháp định nghĩa đường cong mỏi của độ bền mỏi giới hạn trong mỗi ghép. Đường cong mỏi được hiển thị trực tiếp trên hộp thoại.

Factor of Haigh diagram narrowing: hệ số co. Gõ số trực tiếp hoặc nhấn nút để hiện hộp thoại hướng dẫn chọn:



Nhóm Endurance Limit Determination - xác định giới hạn độ bền mỏi

Giới hạn độ bền mỏi từ độ bền không đổi σ_C được xác định cho từng loại thiết kế, vật liệu và tải trọng mỏi ghép theo công thức:

$$\sigma_C = \sigma'_C k_e k_f \quad [\text{MPa, psi}]$$

Trong đó:

σ_C giới hạn bền mỏi cơ sở của thanh kiểm tra của vật liệu đã chọn. (basic endurance limit of a test bar from the selected material [MPa, psi])

k_e hệ số biến đổi của ứng suất tập trung (modified factor of stress concentration [-])

k_f hệ số hiệu suất tổng hợp (factor of miscellaneous effects [-])

Trong mục này có các ô nhập liệu:

Basic endurance limit σ'_c : giới hạn bền mỏi cơ sở. Nếu người dùng không có giá trị chính xác từ thử nghiệm vật liệu thì giá trị này được đánh giá theo chương trình. Công thức tính giới hạn bền mỏi cho mỗi ghép chịu dao động đảo chiều kéo - nén như sau:

$$\sigma'_c \approx 0.4 S_U$$

Modified factor of stress concentration k_e : hệ số biến đổi của ứng suất tập trung. Hệ số này được lấy từ công thức:

$$k_e = 1/K$$

Trong đó hệ số K - giảm độ bền mỏi phụ thuộc vào kiểu, hình dạng, chất lượng, và tải trọng của mối ghép.

Factor of miscellaneous effects k_f : hệ số hiệu suất tổng hợp. Tất cả các hiệu suất tăng hoặc giảm độ bền mỏi đều tập trung vào hệ số này.

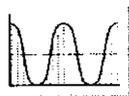
Nhóm kết quả tính toán - Calculation Results

Sau khi nhập đủ các số liệu cần thiết, nhấn nút , kết quả hiện ra trong hộp thoại:

Calculation Results		
Corrected Endurance Limit	σ_e	117 MPa
Finite-Life Fatigue Limit	σ_f	0 MPa
Mean Fatigue Strength of the Joint	σ_M	180 MPa
Amplitude of Joint Fatigue Strength	σ_A	90 MPa
Mean Cycle Stress	σ_m	0.11 MPa
Cycle Stress Amplitude	σ_a	0.05 MPa
Calculated Safety of Joint		1668.25

Ý nghĩa các giá trị như sau:

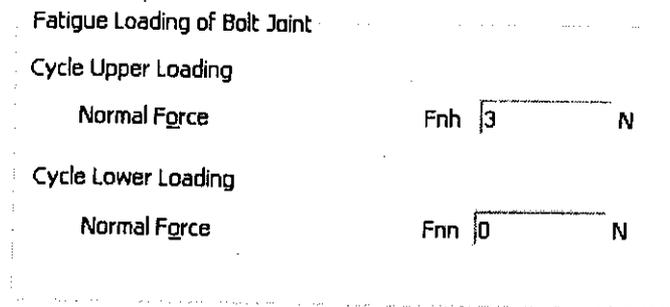
Corrected Endurance Limit:	Giới hạn bền mỏi chính xác.
Finite-Life Fatigue Limit:	Giới hạn tuổi thọ bền mỏi.
Mean Fatigue Strength of the Joint :	Độ bền mỏi trung bình của mối ghép.
Amplitude of Joint Fatigue Strength:	Biên độ của độ bền mỏi của mối ghép.
Mean Cycle Stress:	Ứng suất chu kỳ trung bình.
Cycle Stress Amplitude:	Biên độ chu kỳ ứng suất.
Calculated Safety of Joint:	Độ an toàn tính toán của mối ghép.



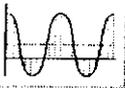
10.4.2.3 Repeated fatigue loading - tải trọng mỗi tuần hoàn

Hộp thoại như tải trọng mỗi dao động.

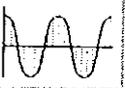
Trong nhóm **Fatigue Loading of Bolt Joint** chỉ kích hoạt ô **Cycle Upper Loading**:
Normal Force: tải trọng lớn nhất: lực pháp tuyến để nhập số liệu như hình dưới.



Các nhóm khác như đã giải thích ở trên.

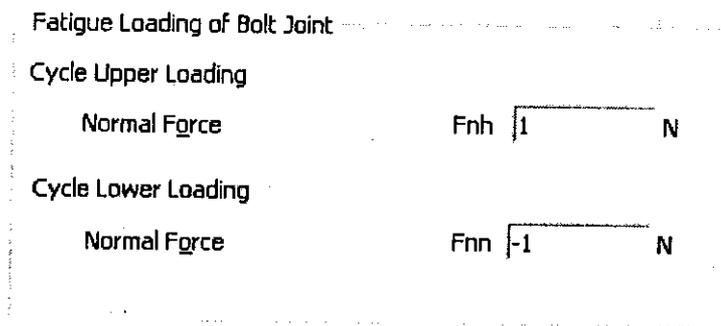
 **10.4.2.4 Assymetry reversed load - tải trọng đảo phi đối xứng**

Hộp thoại như tải trọng mỗi dao động.

 **10.4.2.5 Symetric reversed load - tải trọng đảo đối xứng**

Hộp thoại như tải trọng mỗi dao động.

Trong nhóm **Fatigue Loading of Bolt Joint** chỉ kích hoạt ô **Cycle Upper Loading**:
Normal Force: tải trọng lớn nhất: lực pháp tuyến để nhập số liệu như hình dưới.



Sau khi đã hoàn tất việc tính toán, đưa cụm chi tiết vào bản lắp như đã nói trên.

10.4.3 Bolt Number Design - tính chọn số lượng bu lông

Người dùng cho đường kính bu lông và các thông số về tải trọng để tính số lượng bu lông và các thông số khác bảo đảm độ bền cho mỗi ghép.

Hộp thoại, các thông số và các lựa chọn khác như trong tính chọn đường kính bu lông nhưng trong nhóm **Bolt - bu lông** ô **Bolt Number - số lượng bu lông** bị mờ đi. Theo mục tiêu tính toán thì giá trị này tự động tính ra khi đã cho các thông số khác.

Bolt	
Bolt Number	z 1
Thread Diameter	d 8 mm
Pitch	p 1.25 mm
Mean Bolt Diameter	ds 7.188 mm
Min. Bolt Diameter	dmin 6.466 mm

10.4.4 Material Design - tính chọn vật liệu

Người dùng cho đường kính, số lượng bu lông và các thông số về tải trọng để tính ra vật liệu bảo đảm độ bền của mối ghép.

Hộp thoại, các thông số và các lựa chọn khác như trong các phương án khác.

Người dùng nhập tất cả các số liệu cần thiết, riêng mục **Material - Vật liệu**, không hiện ra bảng vật liệu để chọn mà kết quả tính toán ra các thông số về vật liệu.

Geometry Calculation Material	
Bolt	
User	
Yield Strength	Re 204.4 MPa
Tensile Strength	Rm 500 MPa
Basic endurance limit	σ_c 140 MPa
Allowable Thread Pressure	pa 37.7 MPa
Elasticity Module	E1 205000 MPa
Thread Friction Factor	f1 0.2
Head Friction Factor	f2 0.25
Plates	
User	
Elasticity Module	E2 205000 MPa

Giá trị tính toán được

10.4.5 Check Calculation - tính kiểm tra

Người dùng cho tất cả các thông số về bu lông, tải trọng, vật liệu để tính kiểm tra độ bền của mối ghép. Hộp thoại và các thông số như đã giới thiệu trong các phần trên.

10.5 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

10.5.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

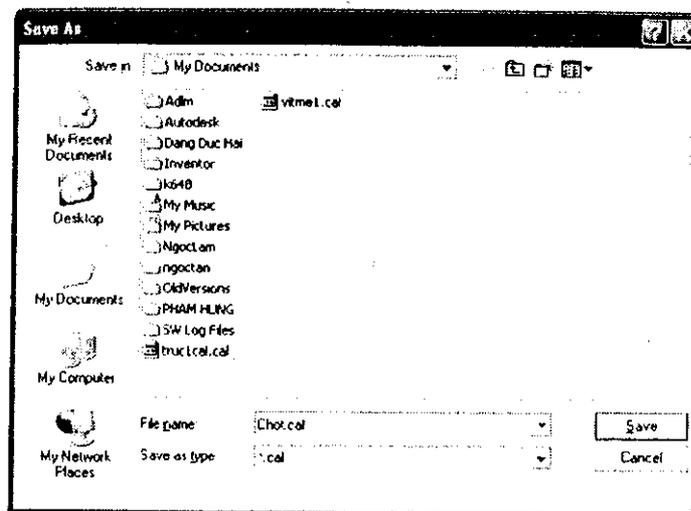
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

10.5.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: File ⇒ Save as

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



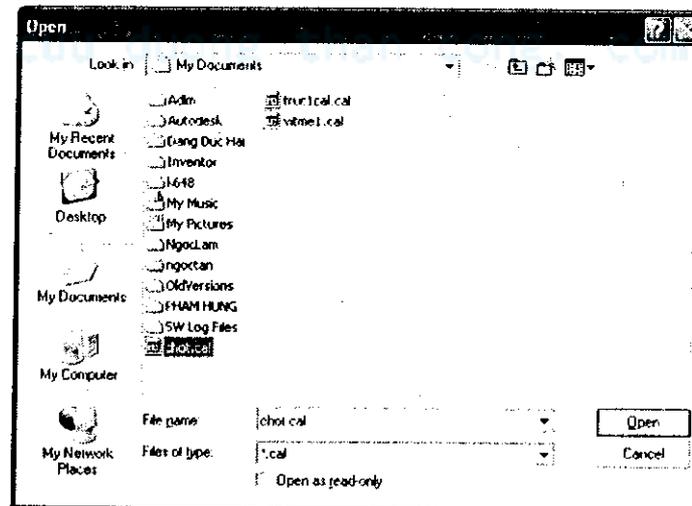
Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

10.5.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇨ **Open**

Thanh công cụ:

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp.
Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

10.5.2 Xuất kết quả tính toán dưới dạng văn bản

10.5.2.1 Xuất thành văn bản thông thường

Kết quả tính toán có thể được xuất ra dưới dạng văn bản để lưu trữ và in ra giấy.

DẠNG LỆNH

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Create Report**

Thanh công cụ:

Bàn phím: **Ctrl + P**

GIẢI THÍCH

Sau khi ra lệnh, một văn bản được kích hoạt trong NotePad:

```
CalcProt - Notepad
File Edit Format View Help
Pitch p = 1.25 mm
Mean Bolt Diameter ds = 7.188 mm
Min. Bolt Diameter dmin = 6.466 mm
Bolt Material user
Yield Strength Re = 204.4 MPa
Safety Factor ys = 2
Allowable Thread Pressure pa = 37.7 MPa
Elasticity Module E1 = 205000 MPa
Thread Friction Factor f1 = 0.2
Head Friction Factor f2 = 0.25

--- Bolted Connection Parts

--- Material(User)
Total width L = 40 mm
Elasticity Module E2 = 205000 MPa

--- Calculation results
Prestress Force Fo = 1190.88 N
Max. Working Force Fmax = 3000 N
Tightening Torque Tu = 2.93 Nm
Calculated Tensile Stress = 38.2667 MPa
Calculated Torsional Stress = 55.1464 MPa
Reduced Stress = 102.1698 MPa
Stress from Max. Force = 61.36 MPa
Calculated Thread Pressure pc = 37.64 MPa
Strength Check - True
```

Nội dung là các thông số đầu vào và kết quả tính toán.
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

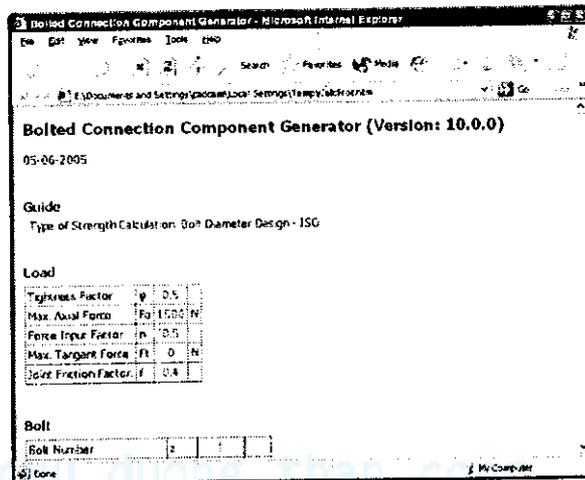
10.5.2.2 Xuất dưới dạng trang Web

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create HTML Report**

Thanh công cụ:

Bàn phím: **Ctrl + H**

Hộp thoại xuất hiện để chọn dữ liệu xuất ra:



Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

10.6 ĐƯA CỤM BU LÔNG - ĐAI ỐC VÀO BẢN LẮP

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào bản lắp ghép như đã giới thiệu ở trên.

CHƯƠNG 11 THIẾT KẾ TRỤC - SHAFT

Trục là chi tiết dùng để đỡ các chi tiết máy khác của máy, thông thường dùng để đỡ các chi tiết máy quay hoặc truyền mômen từ các chi tiết lắp trên nó đến các chi tiết khác, hoặc làm cả hai nhiệm vụ trên.

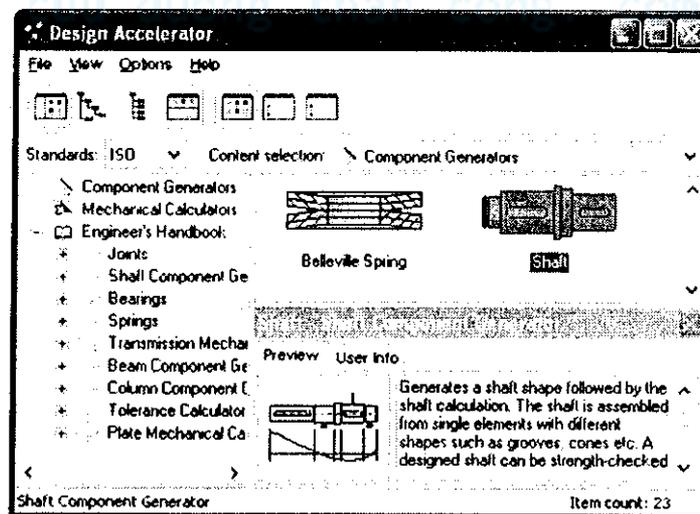
Phần lớn mỗi trục phải có ít nhất hai gối đỡ. Các gối đỡ đó có thể là các ổ lăn hay ổ trượt. Tải trọng tác dụng lên trục có thể là lực từ bộ truyền bánh răng, sức căng của xích hay đai, và những chi tiết máy khác.... Những lực này tác dụng lên ổ cùng chiều hay ngược chiều với phản lực của gối đỡ. Lực nén hay kéo trục cũng có thể được tạo ra từ lực dọc theo chiều trục sinh ra do trên trục có các bánh răng nghiêng hay bánh răng nón. Tải trọng tác dụng trên trục gây ra ứng suất nén hay kéo trên mặt cắt ngang của trục. Ngoài ra, vì trục thường dùng để truyền mômen xoắn nên mặt cắt ngang của trục còn chịu ứng suất do mômen xoắn gây ra (ứng suất tiếp). Mômen xoắn tác dụng lên trục nói chung không tác dụng trên toàn bộ chiều dài của trục mà chỉ có trên một đoạn trục nào đó. Các lực hướng tâm (F_r) luôn hướng vào đường tâm của trục. Các lực dọc trục (F_a) có chiều phụ thuộc vào chiều nghiêng của răng trong bánh răng nghiêng và chiều quay của trục.

Trong phần này chúng ta tính toán thiết kế trục và đưa nó vào bản lắp. Các số liệu tính toán được lưu vào bản vẽ cùng với hình ảnh của trục để có thể lấy ra sử dụng bất cứ lúc nào.

Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 9 - Phần I**.

11.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:

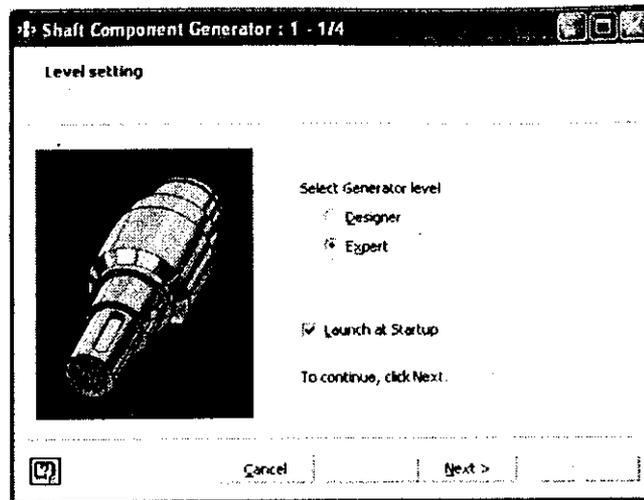


Tại ô **Standard** nhấn nút ∇ chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Design Accelerator \Rightarrow **Component Generators** \Rightarrow **Shaft**

Hộp thoại hiện ra:



Tại đây chọn mức độ sử dụng:

Engineer - kỹ sư.

Expert - chuyên gia.

Chọn Expert - chuyên gia, sẽ có đầy đủ các thông số để tính toán thiết kế.

Nhấn **Next** để tiếp tục.

Chúng ta tính toán thiết kế theo qui trình sau:

- 1- Khởi dựng trục (vẽ hình dạng của trục).
- 2- Tính toán trục (cho tải trọng và tính sức bền).
- 3- Đưa trục vào bản lắp.

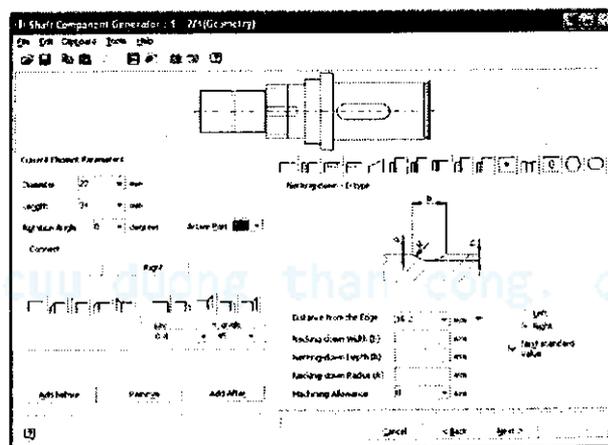
Chúng ta nghiên cứu từng phần theo qui trình trên.

11.2 KHỞI DỰNG TRỤC

Trong chương này, chúng tôi trình bày các chức năng thiết kế hoàn chỉnh một trục gồm:

- Hình dạng bên ngoài của trục.
- Thiết kế trong lòng đầu mút bên trái, bên phải của trục.
- Các chi tiết tiêu chuẩn khác mang trên trục.

Hộp thoại:



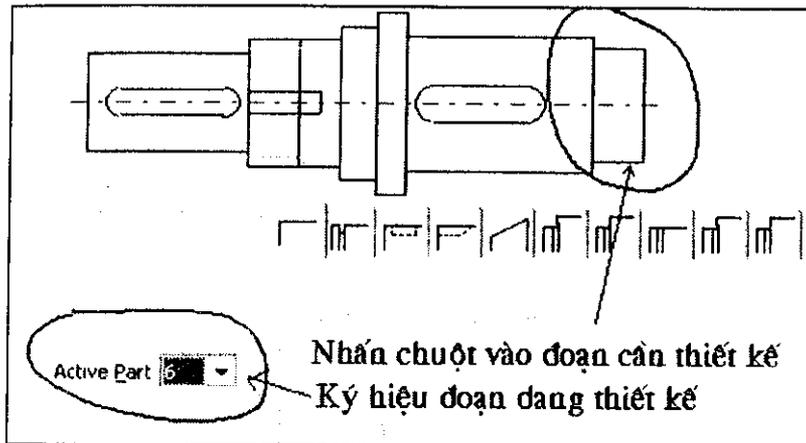
Đây là hộp thoại để chọn các kích thước của các phần tử của trục như hình vẽ mô tả trên hộp thoại.

11.3 THIẾT KẾ HÌNH DẠNG BÊN NGOÀI CỦA TRỤC (INNER SHAFT SHOULDER)

Tại hộp thoại nhấn chọn nút **Inner shaft shoulder** .

11.3.1 Kích hoạt một đoạn trục

Vùng trên cùng của hộp thoại là hình minh họa các đoạn trục.



Muốn thiết kế đoạn nào, nhấn chuột vào hình của đoạn đó trên hình minh họa hoặc nhấn nút \blacktriangledown để chọn số thứ tự tại ô **Active Part** như hình trên. Số thứ tự được đánh từ trái qua phải.

Đoạn trục được kích hoạt có màu xanh, đồng thời số thứ tự được hiện lên tại ô **Active Part**. Khi đoạn trục được kích hoạt, chúng ta tiến hành định dạng và kích thước của nó.

11.3.2 Thêm, bớt một đoạn trục

Trong hộp thoại luôn mặc định có 6 đoạn trục, chúng ta có thể thêm hoặc bớt một số đoạn trục theo yêu cầu.

Sau khi đã kích hoạt một đoạn trục, nhấn nút:

Add Before thêm một đoạn vào trước đoạn hiện hành.

Add After thêm một đoạn vào sau đoạn hiện hành.

Remove xóa đoạn hiện hành.

Mọi thao tác đều được hiển thị ngay tại hình vẽ minh họa.

11.3.3 Cho kích thước đoạn trục thanhcong.com

Sau khi đã kích hoạt một đoạn trục, các kích thước mặc định của nó được hiện ra tại các ô nhập liệu:

Diameter mm
Length mm
Rotation Angle degrees

Tại đây có thể thay các giá trị khác.

Diameter: *đường kính*. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Length: *độ dài*. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Rotation Angle: *góc nghiêng*. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn. Góc này là góc bố trí các hốc trên trục như rãnh then chẳng hạn. Nếu trên một số đoạn trục có khoét rãnh then thì các rãnh này trên các đoạn tiếp theo sẽ bố trí lệch đi so với rãnh trên đoạn thứ nhất một góc bằng giá trị cho tại đây.

Mọi thao tác đều được hiển thị ngay tại hình vẽ minh họa.

11.3.4 Tạo hình hai đầu mút của đoạn trục

Hai đầu mút của đoạn trục hiện hành được tạo hình bằng các nút sau:



đầu mút bên trái.

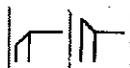


đầu mút bên phải.

Ý nghĩa các nút lệnh như sau:



cắt phẳng.



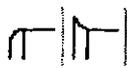
vát góc sâu xuống hoặc thêm lên.

Các kích thước được hiện ra tại các ô nhập liệu:

size	x	angle
1.2		45

Size: *độ dài hình chiếu dọc trục của đoạn vát*. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

angle: *góc vát*. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.



tạo cung lượn.

size
1.2

bán kính cung.

Mọi thao tác đều được hiển thị ngay tại hình vẽ minh họa.

11.3.5 Tạo hình trên thân đoạn trục

Thân của đoạn trục hiện hành được tạo hình bằng các nút sau:



Ý nghĩa các nút lệnh như sau:

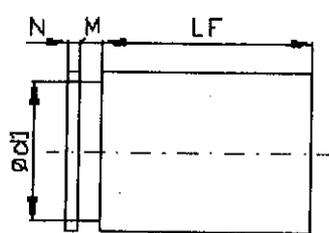


đoạn trụ trơn.

11 tạo rãnh lắp vòng hãm.

Các kích thước được hiện ra tại các ô nhập liệu và minh họa trên hình vẽ:

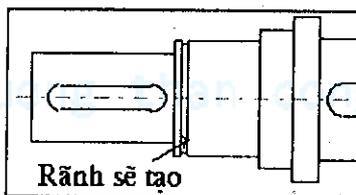
Retaining Ring Groove



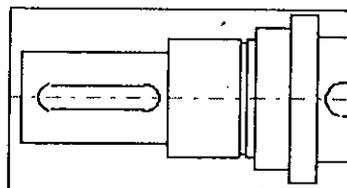
Length (N)	<input type="text"/>	mm	<input checked="" type="radio"/> Left
Groove Width (M)	<input type="text"/>	mm	<input type="radio"/> Right
Groove Diameter (D1)	<input type="text"/>	mm	<input checked="" type="checkbox"/> Next standard value
Active Length (LF)	<input type="text" value="15.6"/>	mm	

Các nút chọn:

Left: tạo tại phần nửa bên trái.



Right: tạo tại phần nửa bên phải.



Next Standard Value: ON - các kích thước tiếp theo lấy theo tiêu chuẩn. Với lựa chọn này, chúng ta chỉ phải nhập giá trị tại ô:

Active Length (LF): độ dài làm việc. Xem trên hình minh họa.

Các kích thước khác tự động lấy theo tiêu chuẩn. Các tiêu chuẩn phụ thuộc vào đường kính và độ dài đoạn trục.

OFF - nhập giá trị tại tất cả các kích thước.

Các kích thước của rãnh:

Length (N): độ dài từ mép rãnh đến đầu mút của đoạn trục.

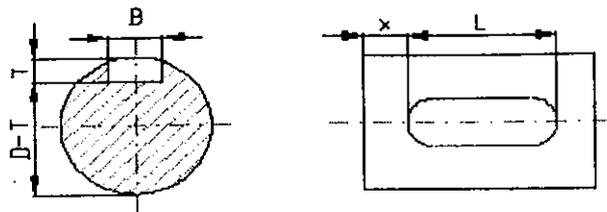
Groove Width (M): bề rộng rãnh.

Groove Diameter (D1): đường kính ngỗng.

12 tạo rãnh then - Keyway

Các kích thước được hiện ra tại các ô nhập liệu và minh họa trên hình vẽ:

Keyway



Keyway Width (B)	<input type="text" value=""/>	mm	<input type="radio"/> Left
Keyway Depth (T)	<input type="text" value=""/>	mm	<input type="radio"/> Right
Keyway Length (L)	<input type="text" value="32"/>	mm	<input checked="" type="checkbox"/> Next standard value
Distance from the Edge (X)	<input type="text" value="0.7"/>	mm	
Number of Keys	<input type="text" value="1"/>		

Các lựa chọn giống như trên.

Các ô nhập liệu như sau:

Keyway Width (B): *chiều rộng rãnh then.*

Keyway Depth (T): *chiều sâu rãnh then.*

Keyway Length (L): *chiều dài rãnh then.*

Distance from the Edge (X): *khoảng cách từ mép cung của rãnh đến đầu mút của đoạn.*

Các ô nhập liệu này gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

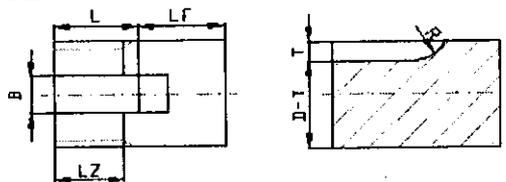
Tại đây nếu nhấn nút , rãnh được bố trí vào giữa đoạn trục (cách đều hai đầu mút).

Number of Keys: *số then.*

rãnh chốt

Các kích thước được hiện ra tại các ô nhập liệu và minh họa trên hình vẽ:

Locknut Groove



Groove Width (B)	<input type="text" value="6"/>	mm	<input type="radio"/> Left
Groove Depth (T)	<input type="text" value="2.5"/>	mm	<input checked="" type="radio"/> Right
Active Groove Length (L)	<input type="text" value="7.5"/>	mm	<input checked="" type="checkbox"/> Next standard value
Radius (R)	<input type="text" value="2.5"/>	mm	
Active Length (LF)	<input type="text" value="25.9"/>	mm	
Thread Length (LZ)	<input type="text" value="10"/>	mm	<input type="text" value="1.5"/>

Các lựa chọn giống như trên.

Các ô nhập liệu như sau:

Groove Width (B): *chiều rộng rãnh.*

Groove Depth (T): *chiều sâu rãnh.*

Radius (R): *bán kính cung lượn của rãnh.*

Active Groove Length (LF): *chiều dài làm việc của rãnh.*

Thread Length (LZ): *chiều dài đoạn có ren..*

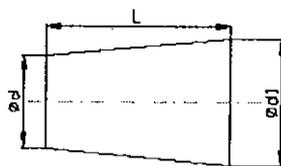
Tại các ô nhập liệu này, gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Thread pitch: *bước ren.* Nhập giá trị tại ô bên cạnh.

đoạn trục côn

Các kích thước được hiện ra tại các ô nhập liệu và minh hoạ trên hình vẽ:

Cone



Second Cone Diam. (D1) mm

Các ô nhập liệu như sau:

Second Cone Diam. (D1): *đường kính đầu thứ hai của hình côn.*

Đường kính tại đầu mút thứ nhất là ô Diameter trong hộp thoại.

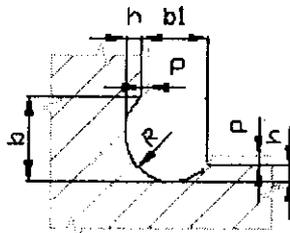
Tại các ô nhập liệu này, gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Nút cho phép cân đối giữa hai đường kính cho đoạn côn vừa phải.

rãnh ngõng trục kiểu A - Necking-down - A type

Các kích thước được hiện ra tại các ô nhập liệu và minh hoạ trên hình vẽ:

Necking-down - A type



Necking-down Width (b) mm
 Necking-down Width (b1) mm
 Necking-down Depth (h) mm
 Necking-down Radius (R) mm
 Machining Allowance mm

Left

Right

Necking-down Width (b): *bề rộng b của ngõng.*

Necking-down Width (b1): *bề rộng b1 của ngõng.*

Necking-down Depth (h): *chiều sâu của ngõng.*

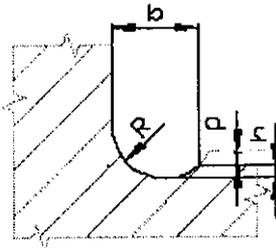
Necking-down Radius (R): *bán kính của ngõng.*

Machining Allowance: *lượng dư của máy..*

Các lựa chọn giống như phần trên.

rãnh ngõng trục kiểu B - Necking-down - B type

Necking-down - B type



Necking-down Width (b)	2.5	mm
Necking-down Depth (h)	0.3	mm
Necking-down Radius (R)	1.6	mm
Machining Allowance	0	mm

Left

Right

Next standard value

Necking-down Width (b): *bề rộng b của ngõng.*

Necking-down Depth (h): *chiều sâu của ngõng.*

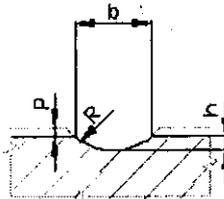
Necking-down Radius (R): *bán kính của ngõng.*

Machining Allowance: *lượng dư của máy..*

Các lựa chọn giống như phần trên.

rãnh ngõng trục kiểu D - Necking-down - D type

Necking-down - D type



Distance from the Edge	2.75	mm
Necking-down Width (b)	2.2	mm
Necking-down Depth (h)	0.3	mm
Necking-down Radius (R)	2.5	mm
Machining Allowance	0	mm

Left

Right

Next standard value

Distance from the Edge: *khoảng cách đến đầu đoạn trục.*

Necking-down Width (b): *bề rộng b của ngõng.*

Necking-down Depth (h): *chiều sâu của ngõng.*

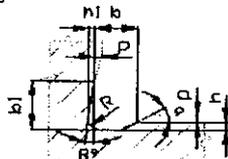
Necking-down Radius (R): *bán kính của ngõng.*

Machining Allowance: *lượng dư của máy..*

Các lựa chọn giống như phần trên.

rãnh ngõng trực kiểu F - Necking-down - F type

Necking-down - F type



Necking-down Width (b)	2.5	mm
Necking-down Width (b1)	2.3	mm
Necking-down Depth (h)	0.3	mm
Necking-down Depth (h1)	0.2	mm
Necking-down Radius (R)	0.8	mm
Machining Allowance	0	mm
Incidence Angle (a)	30	degrees

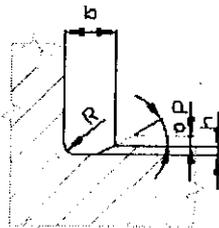
Left
 Right

- Necking-down Width (b): *bề rộng b của ngõng.*
- Necking-down Width (b1): *bề rộng b1 của ngõng.*
- Necking-down Depth (h): *chiều sâu h của ngõng.*
- Necking-down Depth (h1): *chiều sâu h1 của ngõng.*

- Necking-down Radius (R): *bán kính của ngõng.*
 - Machining Allowance: *lượng dư của máy..*
 - Incidence Angle (a): *góc tới.*
- Các lựa chọn giống như phần trên.

rãnh ngõng trực kiểu G - Necking-down - G type

Necking-down - G type



Necking-down Width (b)	2.5	mm
Necking-down Depth (h)	0.3	mm
Necking-down Radius (R)	0.8	mm
Machining Allowance	0	mm
Incidence Angle (a)	30	degrees

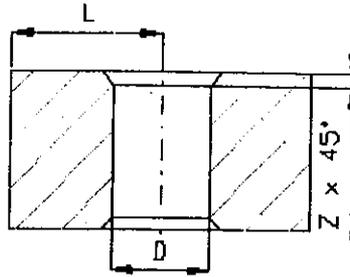
Left
 Right

- Necking-down Width (b): *bề rộng b của ngõng.*
 - Necking-down Depth (h): *chiều sâu của ngõng.*
 - Necking-down Radius (R): *bán kính của ngõng.*
 - Machining Allowance: *lượng dư của máy..*
 - Incidence Angle (a): *góc tới.*
- Các lựa chọn giống như phần trên.



lỗ xuyên suốt - Through Hole

Through Hole



Hole Diameter (D)	<input type="text" value="4"/> mm	<input type="radio"/> Left
Distance from the Edge	<input type="text" value="4"/> mm	<input checked="" type="radio"/> Right
Hole Chamfering (Z)	<input type="text" value="0.3"/> mm	

Hole Diameter (D): *đường kính lỗ.*

Distance from the Edge: *khoảng cách đến đầu đoạn trục. Tại đây nếu nhấn nút , lỗ được bố trí vào giữa đoạn trục (cách đều hai đầu mút).*

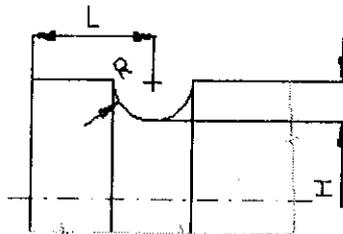
Hole Chamfering (z): *kích thước vát mép lỗ.*

Các lựa chọn giống như phần trên.



rãnh vòng thân trục kiểu A - Relieving Notch - A type

Relieving Notch - A type



Distance from the Edge	<input type="text" value="4"/> mm	<input type="radio"/> Left
Notch Depth (H)	<input type="text" value="2"/> mm	<input checked="" type="radio"/> Right
Notch Radius (R)	<input type="text" value="2"/> mm	

Distance from the Edge: *khoảng cách đến đầu đoạn trục. Tại đây nếu nhấn nút , lỗ được bố trí vào giữa đoạn trục (cách đều hai đầu mút).*

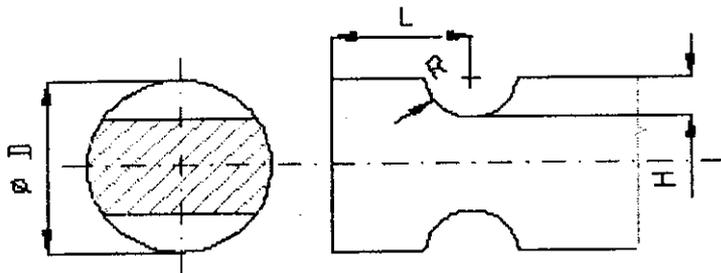
Notch Depth (h): *chiều sâu của rãnh.*

Notch Radius (R): *bán kính tiết diện rãnh.*

Các lựa chọn giống như phần trên.

0 rãnh khoét ngang thân trục kiểu B - - Relieving Nottch - B type

Relieving Notch - B type



Distance from the Edge

4 mm

Left

Notch Depth (H)

2 mm

Right

Notch Radius (R)

2 mm

Distance from the Edge: khoảng cách đến đầu đoạn trục. Tại đây nếu nhấn nút , lỗ được bố trí vào giữa đoạn trục (cách đều hai đầu mút).

Notch Depth (H): chiều sâu của rãnh.

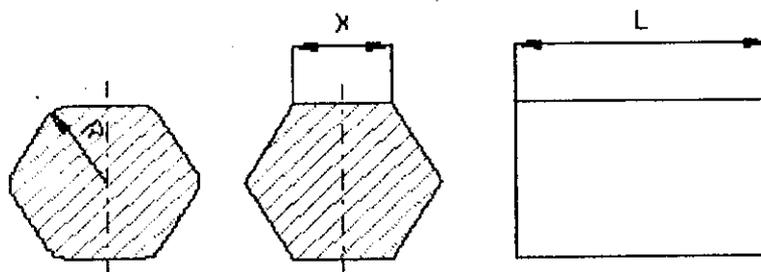
Notch Radius (R): bán kính tiết diện rãnh.

Các lựa chọn giống như phần trên.



tiết diện đoạn trục hình lăng trụ n cạnh - n-side Prism

n-sided Prism



Number of Edges

4

Edge Length (X)

25.455844 mm

Fillet Radius (R)

18 mm

Number of Edge: số cạnh.

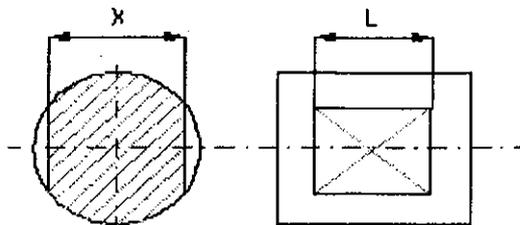
Edge Length (X): chiều sâu của ngõng.

Fillet Radiuis (**R**): bán kính vè đỉnh tiết diện.



hình kiểu chìa vặn - Wrench Opening

Wrench Opening

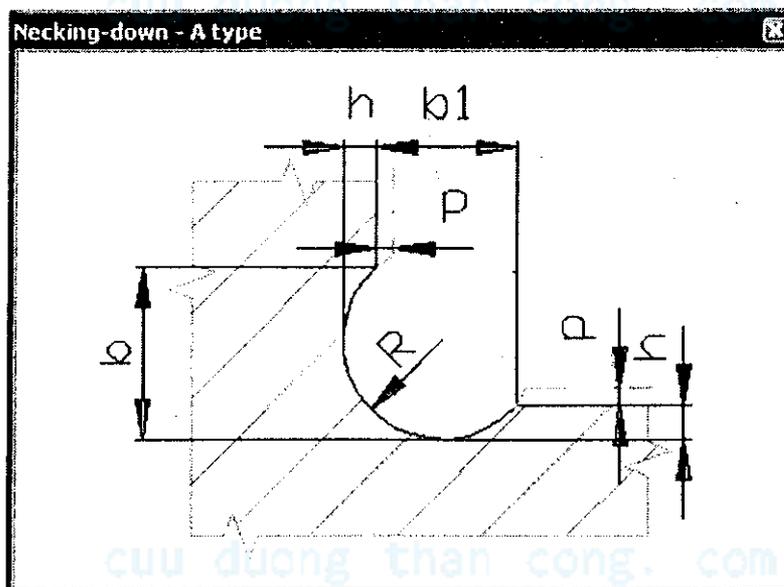


Keyway Length (L)	<input type="text" value="4"/>	mm
Width Across Flats (X)	<input type="text" value="22"/>	mm

Keyway Length (L): chiều dài chốt.

Width Across Flats (X): chiều rộng của thân chìa.

Đối với tất cả các hình minh họa trong hộp thoại, nếu nhấn trái chuột vào hình vẽ, nó được phóng to lên thành một hình riêng như hình dưới.

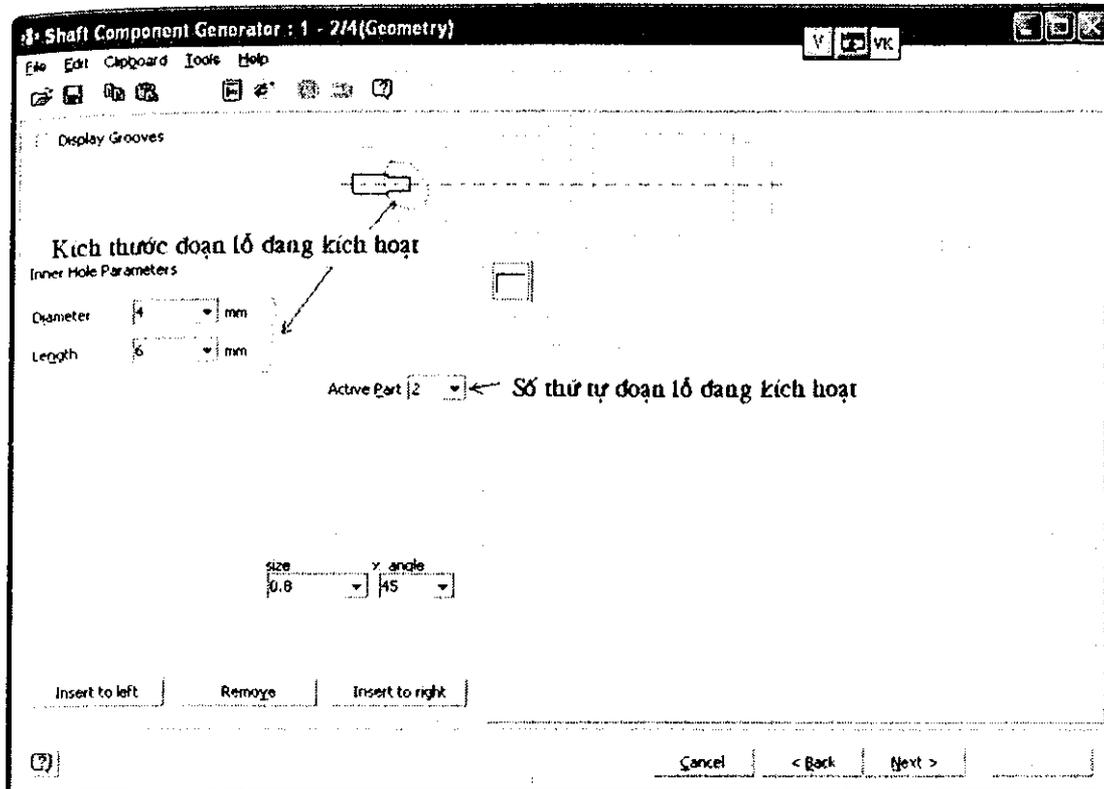


11.4 THIẾT KẾ HÌNH KHOÉT TRONG LÒNG TRỤC

Tại hộp thoại nhấn chọn nút **Outer shaft shoulder**



Hộp thoại có dạng:



Các nút tạo lỗ khoét:

- khoét từ đầu mút bên trái.
- khoét từ đầu mút bên phải.
- xoá đoạn hiện hành.

Mỗi lần nhấn nút, tăng thêm một đoạn lỗ khoét.

Số thứ tự của các đoạn được hiển thị trong ô **Active Part**.

Kích thước của đoạn lỗ đang kích hoạt được cho tại các ô nhập số liệu:

Diameter: đường kính. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Length: độ dài. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Phần vát nối tiếp giữa các đoạn lỗ được cho trong các ô sau:

size	x	angle
1.2		45

Size: độ dài hình chiếu dọc trục của đoạn vát. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

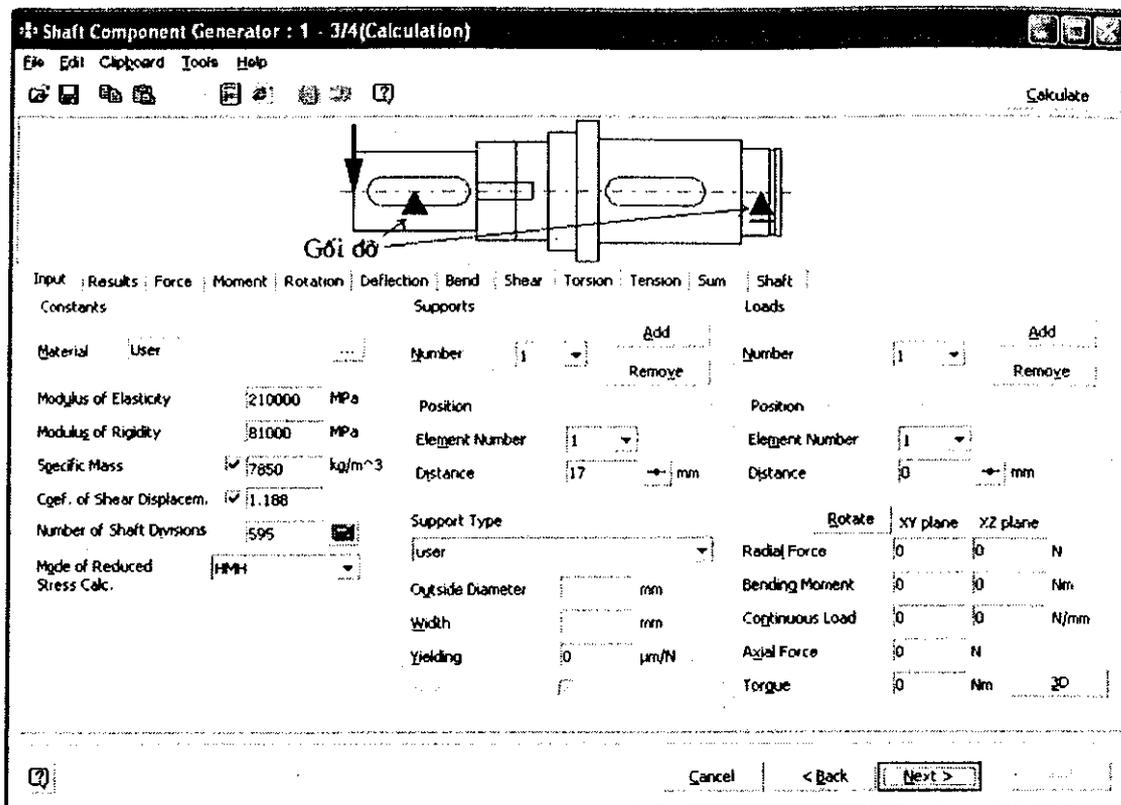
angle: góc vát. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn giá trị có sẵn.

Mọi thao tác đều được hiển thị ngay tại hình vẽ minh hoạ.

Sau khi đã hoàn thành việc tạo hình dạng trục với kích thước cần thiết, chúng ta chuyển sang phần tính toán các tham số cơ học của trục đã có.

11.5 TÍNH TOÁN TRỤC

Tại hộp thoại “**Khởi dựng trục**”, nhấn **Next** chuyển sang phần nhập số liệu và tính toán. Nội dung hộp thoại như sau:



11.5.1 Nhập số liệu

11.5.1.1 Số liệu ban đầu

Các số liệu nhập vào được hiển thị tại hộp thoại **Input**.

Nhóm Constants - hằng số

Nhóm này gồm các thông số của vật liệu.

Material - vật liệu.

+ Mặc định là User. Nếu chọn phương án này, chúng ta phải nhập giá trị cho các tham số sau:

Modulus of Elasticity: *mô đun đàn hồi*. Gõ số.

Modulus of Rigidity: *mô đun độ cứng*. Gõ số.

Specific Mass: *khối lượng*. Gõ số.

Coef. of Shear Displacement: *hệ số tại chỗ bị cắt*. Gõ số.

Number of Shaft Divisions: *số phần phân chia trên trục để tính*. Gõ số.

Đây là các lát tương tự dọc trục để tính toán. Số lát càng lớn thì độ chính xác càng cao.

Mode of Reduced Stress Calc: *chế độ tính toán để giảm ứng suất*. Nhấn nút ∇ để chọn.

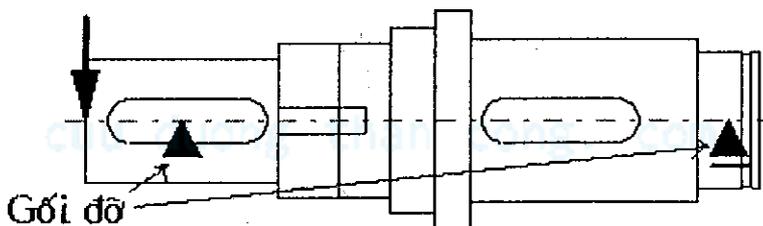
+ Nhấn nút , một bảng vật liệu hiện ra để người dùng chọn.

	Material	E [MPa]	G [MPa]	ro [kg/m ³]
1	Grey cast iron	102000	41000	7160
2	Malleable cast iron	160000	64000	7160
3	Steel	206000	80000	7860
4	Cast steel	200000	80000	7160
5	Steel, nickel	205000	80000	8280
6	Stainless steel	190000	73000	8030
7	Brass	100000	37000	8500
8	Bronze	103000	45000	8800
9	Aluminum, alloy	73000	26000	2700
10	Magnesium alloys	43000	17000	1750
11	Copper	108000	40000	8930

Giá trị các tham số tương ứng sẽ hiện ra tại ô nhập liệu.

Nhóm Support - gối đỡ

Trên hình vẽ có minh họa trục và gối đỡ như hình dưới.



Việc tạo và đặt gối đỡ có thể dùng hai cách:

- Nhấn trái chuột vào ký hiệu gối đỡ trên hình vẽ và di chuyển đến vị trí cần thiết.
- Nhập số liệu tại các ô tham số.

Supports

Number:

Position

Element Number:

Distance: mm

Support Type:

Outside Diameter: mm

Width: mm

Yielding: $\mu\text{m/N}$

Gối đỡ đang được kích hoạt (để nhập số liệu) có màu xanh và tên (số thứ tự) của nó xuất hiện tại ô Number.

Nút **Add** - thêm gối đỡ. Mỗi lần nhấn trái chuột thêm một gối đỡ trên trục.

Nút **Remove** - xoá gối đỡ. Mỗi lần nhấn trái chuột xoá gối đỡ hiện đang được kích hoạt trên trục.

Vị trí của gối đỡ - Position gồm:

Element Number: tên (số thứ tự) của đoạn trục mang gối đỡ. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ chọn các số có sẵn. Nếu dùng chuột di chuyển ký hiệu trên hình vẽ thì khi ký hiệu nằm ở đoạn nào, đoạn đó có tên ở đây. Ngược lại nếu cho tên ở đây thì ký hiệu trên hình vẽ sẽ thay đổi theo.

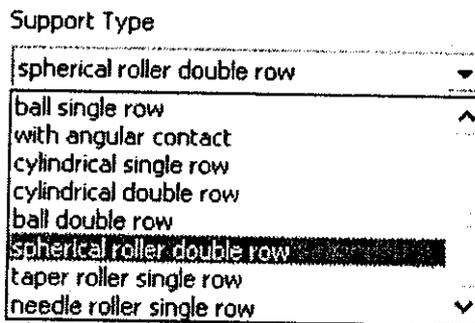
Distance: khoảng cách đến đầu mút của đoạn. Gõ số. Tại đây nếu nhấn nút , gối đỡ được bố trí vào giữa đoạn trục (cách đều hai đầu mút).

Kiểu gối đỡ - Support Type gồm:

Kiểu mặc định là User, người dùng phải nhập giá trị tại ô:

Yielding: độ lún của gối đỡ.

Nếu nhấn nút ▼ để chọn, một danh sách các kiểu gối đỡ hiện ra:



Đây là các loại ổ đỡ và các ô nhập số liệu tương ứng cho từng loại ổ được kích hoạt.

Outside diameter: đường kính ngoài. Gõ số.

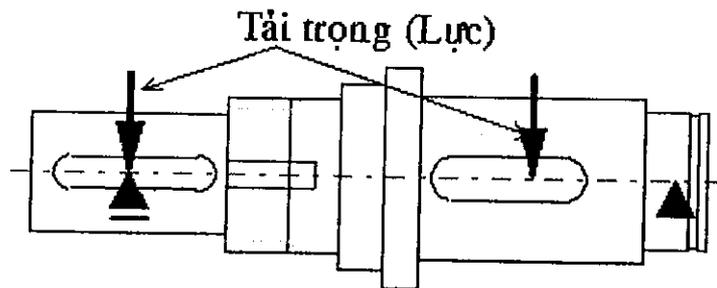
Width: bề rộng. Gõ số.

Axial: hướng trục. Nhấn chuột đánh dấu vào ô hoặc để trống.

Nhóm Load - tải trọng

Tương tự như gối đỡ, cũng thực hiện theo hai cách để định vị trí tải trọng:

- Nhấn trái chuột vào ký hiệu tải trọng trên hình vẽ và di chuyển đến vị trí cần thiết.
- Nhập số liệu tại các ô tham số.



Tải trọng đang được kích hoạt (để nhập số liệu) có màu xanh và tên (số thứ tự) của nó xuất hiện tại ô Number.

Nút **Add** - thêm tải trọng. Mỗi lần nhấn trái chuột thêm một tải trọng trên trục.

Nút **Remove** - xoá tải trọng. Mỗi lần nhấn trái chuột xoá tải trọng hiện đang được kích hoạt trên trục.

Vị trí của tải trọng - Position gồm:

Element Number: tên (số thứ tự) của đoạn trục mang tải trọng. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ chọn các số có sẵn. Nếu dùng chuột di chuyển ký hiệu trên hình vẽ thì khi ký hiệu nằm ở đoạn nào, đoạn đó có tên ở đây. Ngược lại nếu cho tên ở đây thì ký hiệu trên hình vẽ sẽ thay đổi theo.

Distance: khoảng cách đến đầu mút của đoạn. Gõ số. Tại đây nếu nhấn nút , tải trọng được bố trí vào giữa đoạn trục (cách đều hai đầu mút).

Các giá trị tải trọng được cho tại các ô tham số sau:

Radial Force: lực xuyên tâm.

Bending Moment: mô men uốn.

Continuous Load: tải trọng phân bố đều.

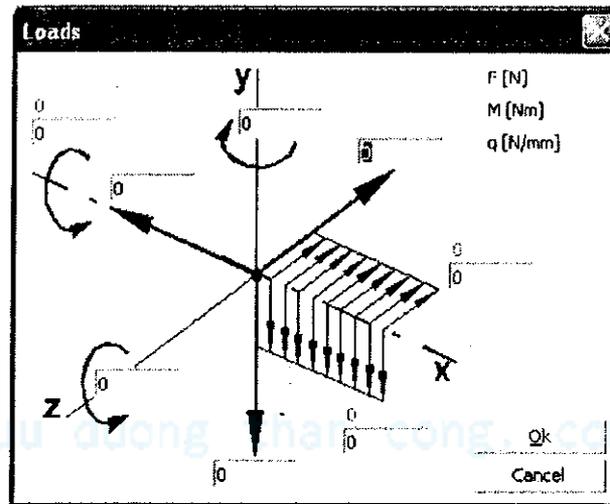
Các thông số này được cho trên các mặt phẳng XY và XZ.

Axial Force: lực dọc trục.

Torque: mô men xoắn.

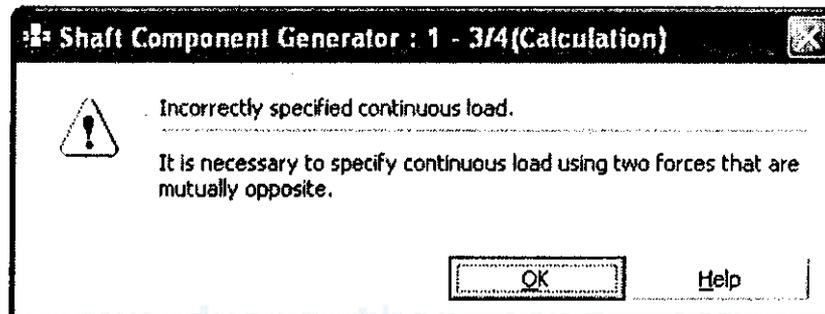
Rotate: nhấn nút này để chuyển tải trọng từ mặt này sang mặt khác.

Các số liệu nói trên cũng có thể được nhập trên hình mô tả 3D. Nhấn nút 3D, một hộp thoại gồm các ô nhập liệu và hình ảnh mô tả hiện ra:



Cho các giá trị vào các ô tương ứng và nhấn **OK**.

Sau khi nhập số liệu đầy đủ, nhấn nút **Calculate** tiến hành tính toán. Nếu số liệu nào sai sẽ hiện ra màu đỏ kèm theo bảng thông báo:



Nhấn **OK**, quay lại hộp thoại chính, thay đổi số liệu sai.

11.5.2 Kết quả tính toán

Kết quả được thể hiện trong các mục trên hộp thoại.

11.5.2.1 Mục Results - kết quả bằng văn bản.

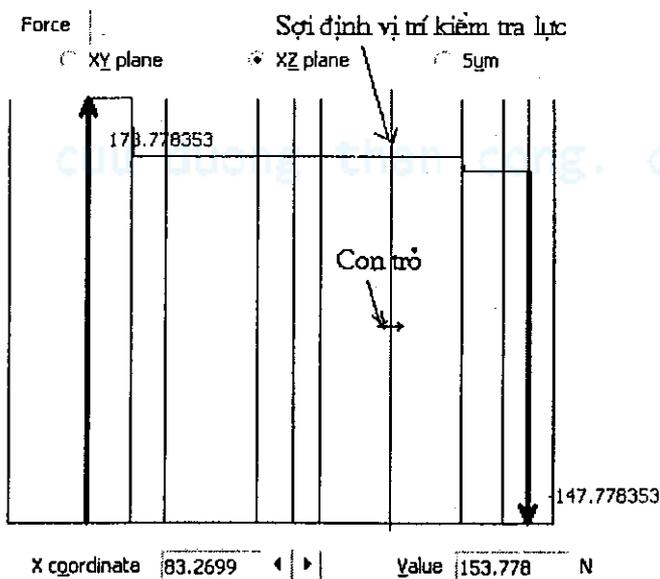
Nhấn mục **Results** trên đỉnh hộp thoại.

Nội dung mục này liệt kê các thông số đầu vào và kết quả tính toán. Nó chỉ được hiện ra nếu số liệu nhập vào phù hợp.

Input	Results	Force	Moment	Rotation	Deflection	Bend	Shear
Supports [Fry[N], Frz[N], (Sum), Fa[N], Deflection[mm], Rotation[rad]]							
	124.3,	3.5,	124,	5.0,	0.000125,	0.000002	
	-124.3,	2.5,	124,	0.0,	0.000623,	0.000001	
[Deflection[mm], Rotation[rad]] in Place of Loading							
	0.000125,	0.000002					
	0.000188,	0.000020					
Max. Stress = 2.1 MPa							
Angle of Twist = 0 degrees							
Mass = 0 kg							
Max. Deflection = 0.636 μ m							

11.5.2.2 Mục Force - lực tác dụng

Nhấn mục **Force** trên đỉnh hộp thoại, một biểu đồ phân bố lực hiện ra theo kết quả tính toán:



Nhấn chọn mặt phẳng phân bố lực tại các nút:

⊙ XY plane: *mặt phẳng XY.*

⊙ XZ plane: *mặt phẳng XZ.*

⊙ Sum: *tổng thể.*

Nhấn trái chuột vào sợi định vị trí trên trục và di chuyển, các giá trị lực và tọa độ được hiển thị tại các ô tương ứng:

X coordinate: *vị trí trên trục (theo tọa độ X tính từ đầu trục bên trái).*

Value: *giá trị lực tác dụng.*

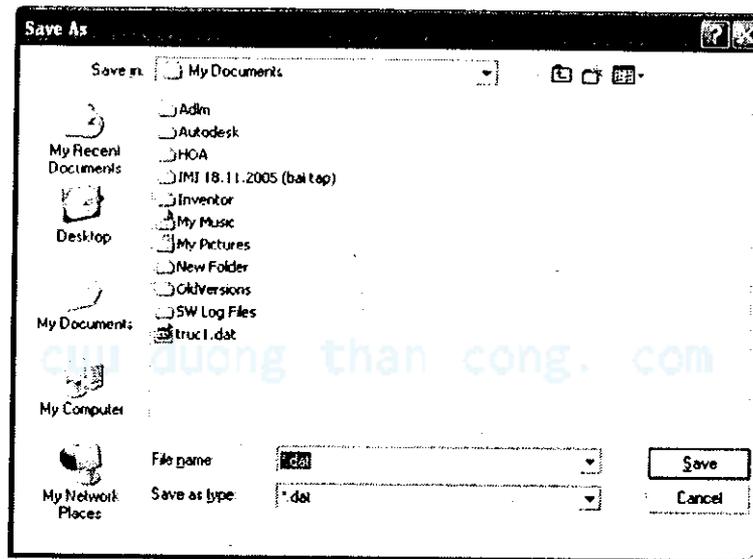
11.5.2.3 Các mục khác

Tương tự như **Lực - Force**, các mục khác cũng có hình biểu đồ biểu diễn trên các mặt phẳng. Các mục đó là:

- Moment:** mô men.
- Rotation:** sự quay.
- Deflection:** độ biến dạng.
- Bend:** ứng suất uốn.
- Shear:** ứng suất cắt.
- Torsion:** ứng suất xoắn.
- Tension:** ứng suất kéo
- Sum:** tổng hợp.
- Shaft:** trục.

Nút **Save** lưu trữ kết quả tính toán.

Hộp thoại hiện ra:



Tại File name: gõ tên tệp, phần mở rộng là *.dat.

11.6 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

11.6.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

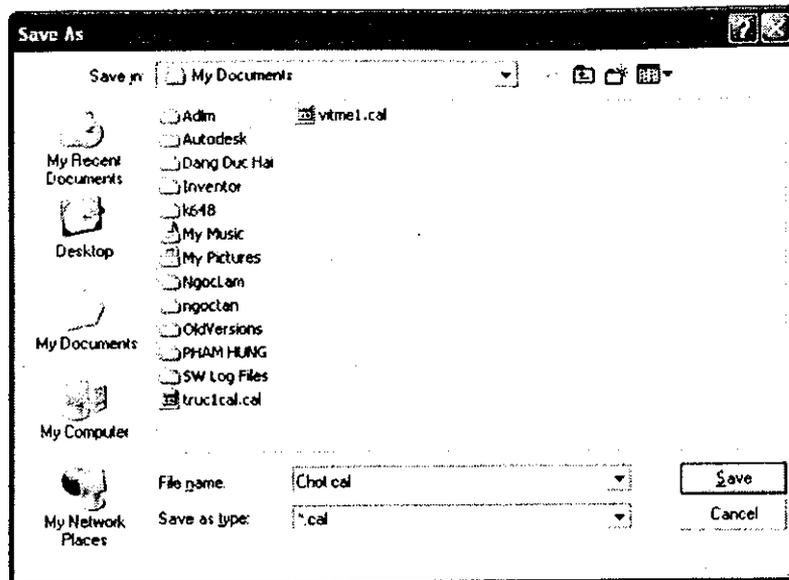
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

11.6.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: **File** ⇨ **Save as**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:

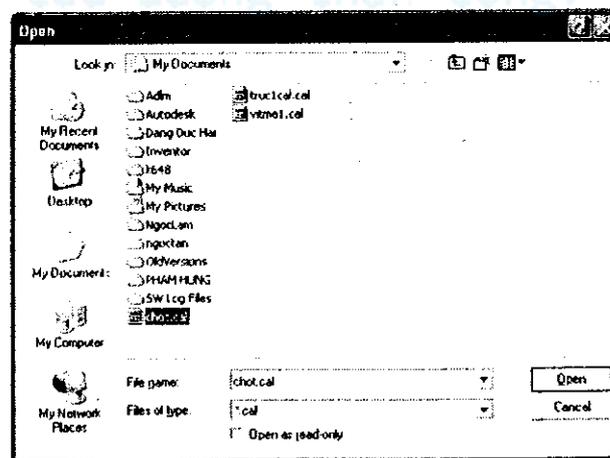


Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

11.6.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇒ **Open**

Thanh công cụ: 
Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp.
Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

11.6.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

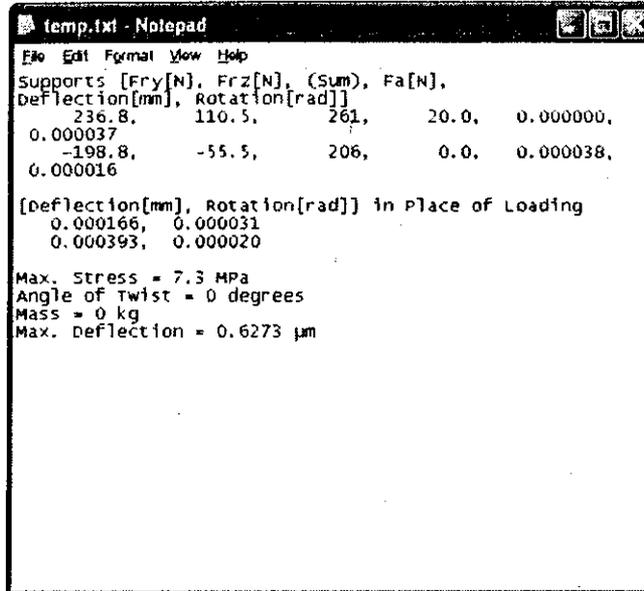
Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web.
Trong hộp thoại, dùng lệnh:

11.6.2.1 Xuất thành văn bản thông thường

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create Report**

Thanh công cụ: 

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



```
temp.txt - Notepad
File Edit Format View Help
Supports [Fry[N], Frz[N], (Sum), Fa[N],
Deflection[mm], Rotation[rad]]
    236.8,    110.5,    261,    20.0,    0.000000,
0.000037
   -198.8,    -55.5,    206,    0.0,    0.000038,
0.000016

[Deflection[mm], Rotation[rad]] in Place of Loading
0.000166, 0.000031
0.000393, 0.000020

Max. Stress = 7.3 MPa
Angle of Twist = 0 degrees
Mass = 0 kg
Max. Deflection = 0.6273 µm
```

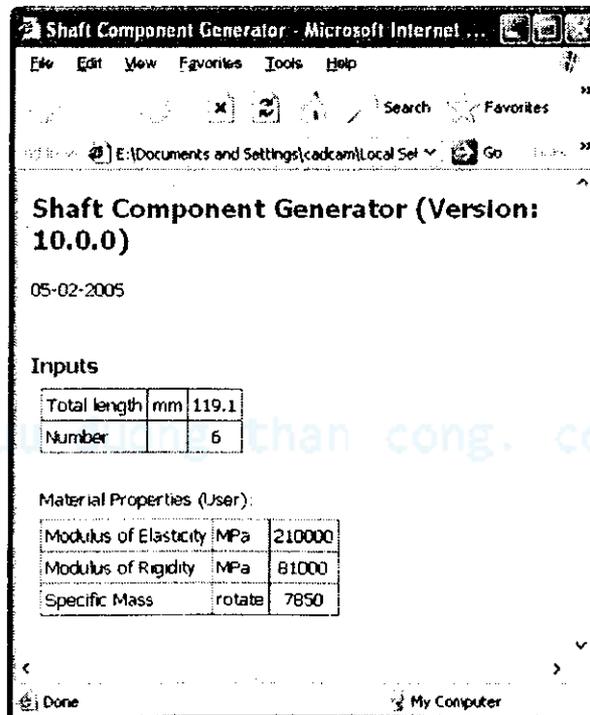
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

11.6.2.2 Xuất dưới dạng trang Web

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create HTML Report**

Thanh công cụ: 

Kết quả như hình dưới.



Shaft Component Generator (Version: 10.0.0)
05-02-2005

Inputs

Total length	mm	119.1
Number		6

Material Properties (User):

Modulus of Elasticity	MPa	210000
Modulus of Rigidity	MPa	81000
Specific Mass	rotate	7850

Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

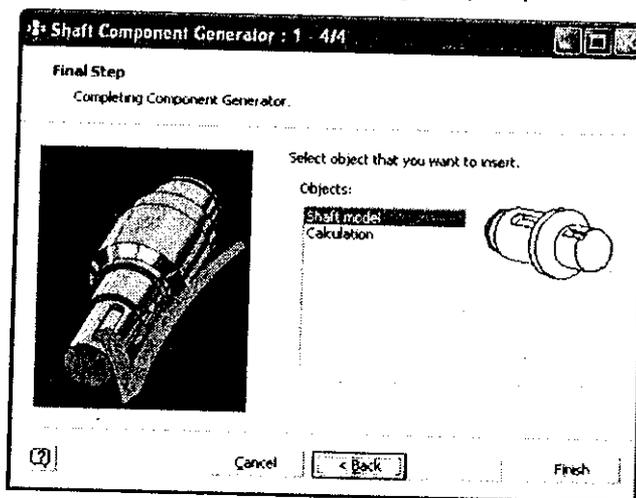
11.7 ĐƯA CHI TIẾT VÀO BẢN VẼ

11.7.1 Đưa trực vào bản vẽ

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào chi tiết.

Môi trường làm việc để đưa trực vào là bản lắp ghép (**Assembly**). Nhấn nút **Next** trong hộp thoại chính để đưa mỗi ghép vào bản thiết kế. Hộp thoại hiện ra:



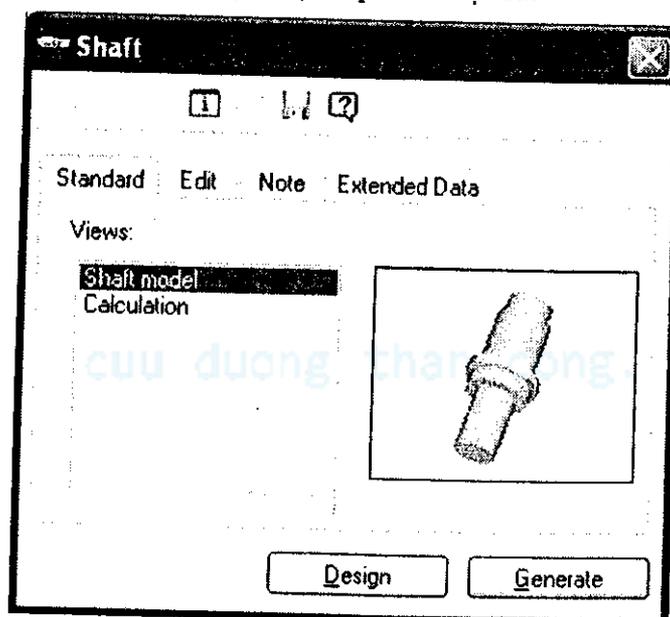
Tại đây có các lựa chọn để đưa vào bản thiết kế:

Shaft model: hình khối trục. Trục được đưa vào dưới dạng hình khối.

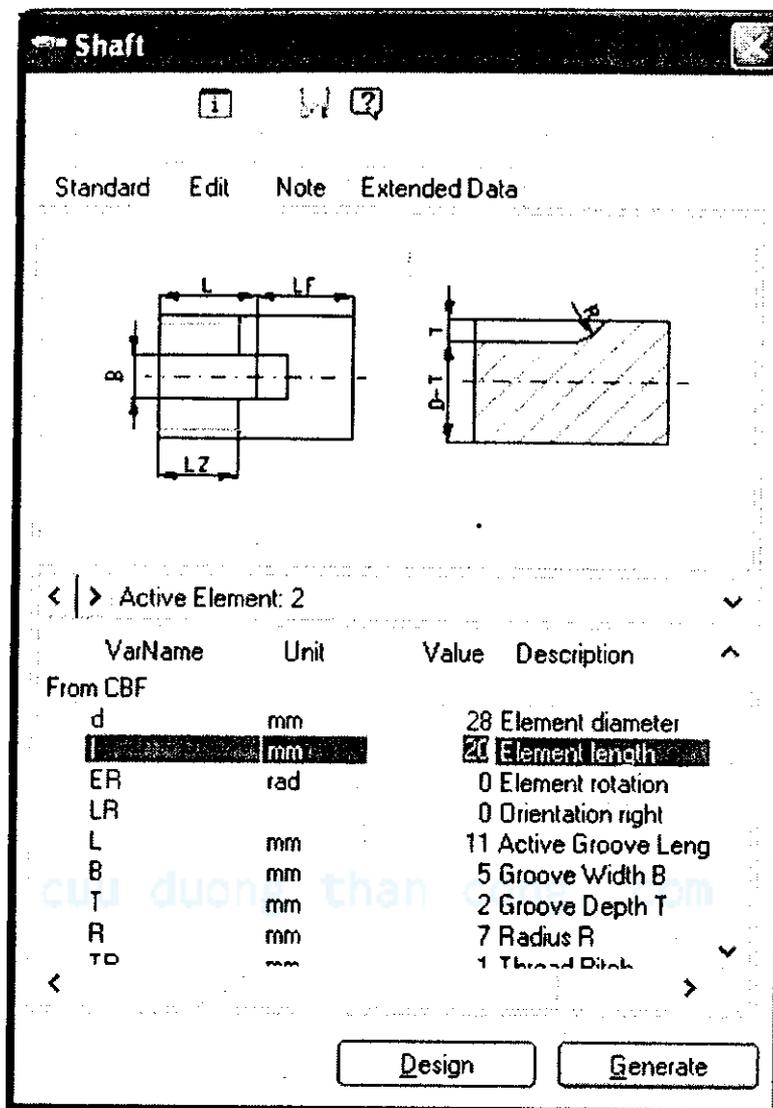
Calculation: chỉ đưa vào dưới dạng tính toán. Tên trục được đưa vào bản lắp nhưng hình khối trục không hiện ra.

Nhấn chọn một trong các phương án trên và nhấn **Finish**.

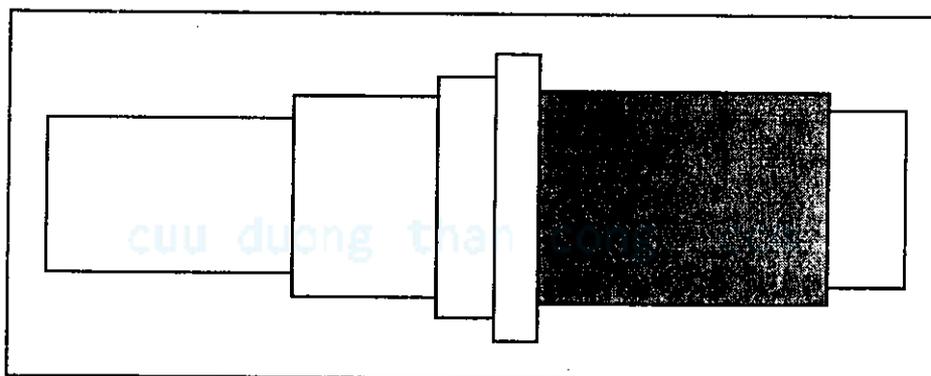
Nếu chọn Shaft model, một hộp thoại tiếp theo hiện ra:



Nhấn **Edit** để xem và có thể sửa các thông số:



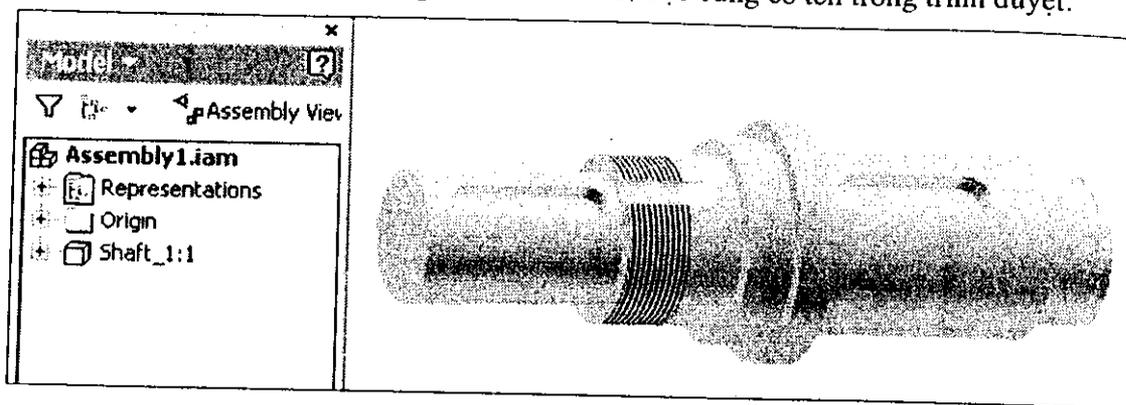
Tại đây thay đổi kích thước cho từng đoạn trục. Nhấn nút ▼ tại khoảng trống ở giữa hộp thoại để chọn đoạn trục:



Nhấn trái chuột vào đoạn cần sửa, các kích thước của đoạn đó hiện ra tại bảng bên dưới. Những giá trị nào hiện rõ thì có thể thay đổi bằng cách gõ giá trị khác vào ô đó.
 Nhấn nút **Design** để quay lại tính toán.
 Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.

11.7.2 Chỉnh sửa trực.

Cũng giống như các đối tượng hình khối khác, trục cũng có tên trong trình duyệt.



Nhấn phím phải chuột vào tên cần sửa, chọn **Edit**. việc chỉnh sửa giống như các chi tiết khác.

cuu duong than cong. com

cuu duong than cong. com

CHƯƠNG 12

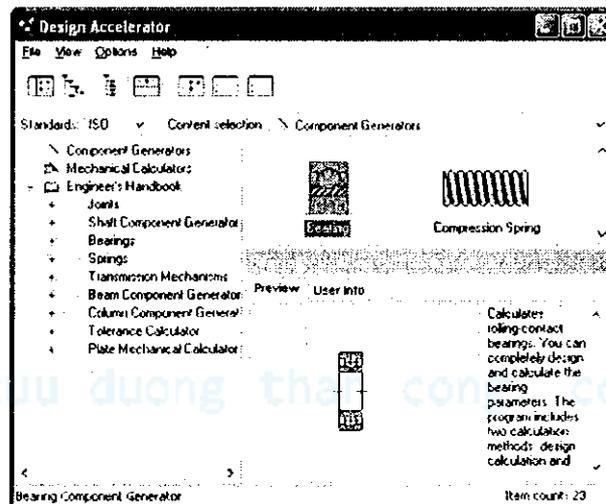
THIẾT KẾ CHỌN Ổ LĂN - BEARING

Giúp tính toán ổ lăn, chúng ta hoàn toàn có thể thiết kế và tính toán các thông số của ổ. Chương trình bao gồm hai phương pháp tính: Tính toán thiết kế và tính toán kiểm tra. Phương pháp tính kiểu thiết kế sẽ thực hiện một thiết kế ổ dựa vào đặc tính ổ do người dùng xác định. Phương pháp tính toán kiểm tra sẽ thực hiện tính toán ổ được chọn lựa.

Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 10 - Phần I**.

12.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

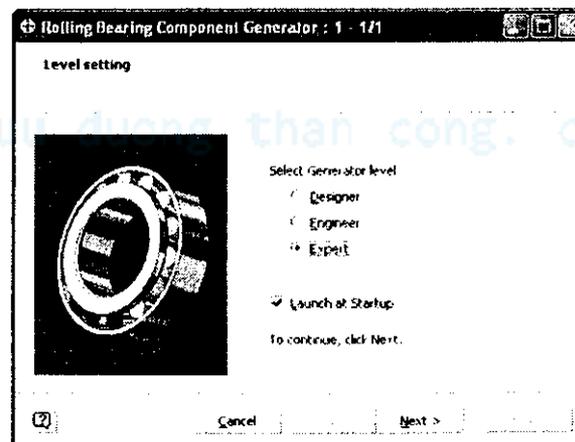
Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:



Tại ô **Standard** nhấn nút \blacktriangledown chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Hộp thoại hiện ra:



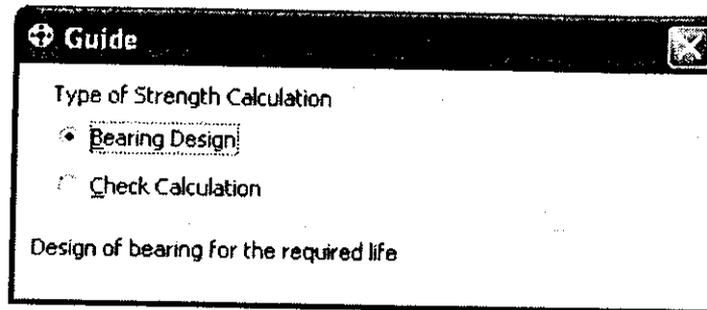
Tại đây chọn mức độ sử dụng:

- Designer** - nhà thiết kế.
- Engineer** - kỹ sư.
- Expert** - chuyên gia.

Chọn **Expert** - chuyên gia, sẽ có đầy đủ các thông số để tính toán thiết kế.

Nhấn **Next** để tiếp tục.

Hộp thoại tiếp theo:



Đây là hộp thoại để chọn các điều kiện ban đầu (mục tiêu) cho tính toán thiết kế.

Bảng này tồn tại song song với bảng nhập số liệu và tính toán. Mỗi lần thay đổi các tiêu chí tại bảng này, bảng nhập số liệu thay đổi theo để phù hợp với lựa chọn.

Nếu không thấy bảng này xuất hiện, có hai cách để hiển thị:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Guide**

Thanh công cụ: 

12.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

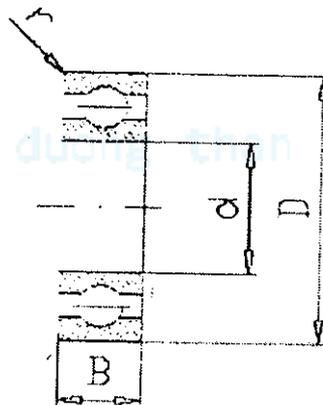
Từ hộp thoại trên chúng ta chọn các mục tiêu tính toán như sau:

Nhóm Type of Strength Calculation - kiểu tính độ bền

- Bearing Design**: tính toán chọn ổ.
 - Check Calculation**: tính kiểm tra độ bền.
- Chúng ta nghiên cứu từng trường hợp một.

12.3 NHẬP SỐ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN

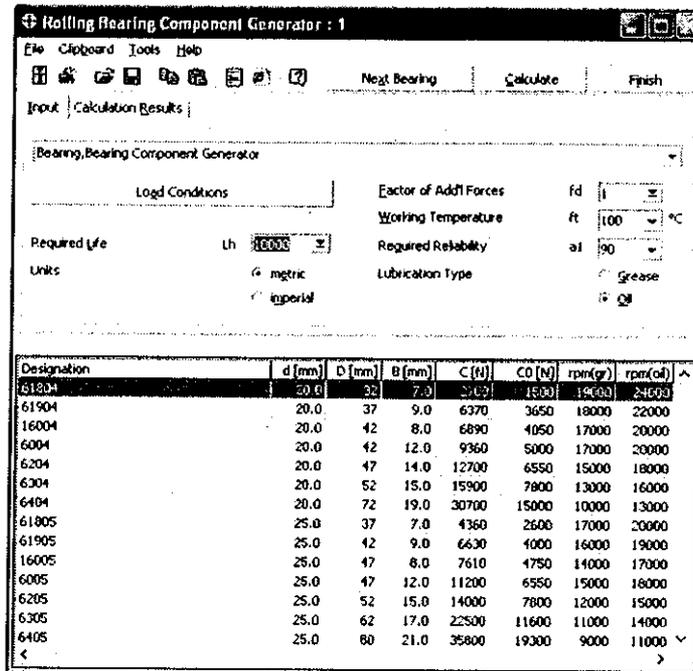
Hình dưới minh họa các kích thước cần tính toán của ổ trục.



Việc nhập số liệu để tính toán được trình bày theo phương thức:
Các ô nhập số liệu được kích hoạt phụ thuộc vào mục tiêu tính toán.

12.3.1 Nhập số liệu - Input

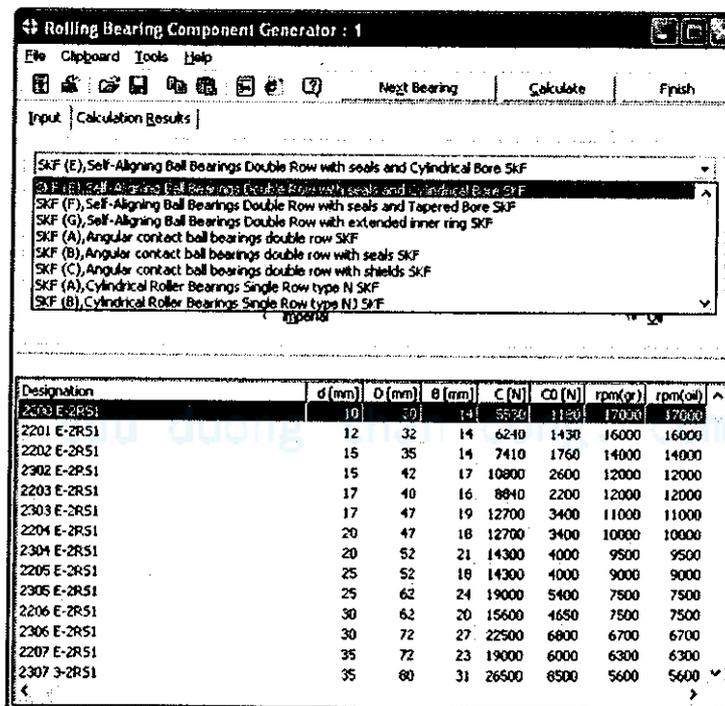
Sau khi khởi tạo chương trình, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có dạng:



Ổ trục là chi tiết tiêu chuẩn của các hãng sản xuất lớn trên thế giới, do đó chúng ta chỉ có thể chọn ký hiệu ổ cho phù hợp với yêu cầu của tính toán của trục và ổ.

12.3.1.1 Chọn kiểu ổ

Nhấn nút tại ô đầu tiên, hiện ra danh sách các loại ổ để chúng ta chọn:



Các loại ổ tiêu biểu như sau:

Ball Bearing: ổ bi.
Angular contact Ball Bearing: ổ bi đỡ chặn.
Self-aligning Ball Bearing: ổ bi tự tựa (tự điều chỉnh).
Thrust-ball Bearing: ổ bi chặn.
Roller Bearing: ổ dũa.

Các đặc tính kèm theo của ổ:

Single Row: một dãy.

Double Row: hai dãy.

Khi đã chọn loại ổ, bên dưới hiện ra danh sách các ký hiệu ổ thuộc loại vừa chọn, tại đây nhấn chuột chọn ổ cần dùng.

12.3.1.2 Hệ đơn vị

Trước hết chúng ta phải chọn hệ đơn vị kích thước. Nhấn chọn một trong hai nút sau:

metric: hệ mét.

imperial: hệ Anh.

Chúng ta thường dùng hệ mét theo tiêu chuẩn Việt Nam.

12.3.1.3 Các điều kiện làm việc của ổ trục

Các số liệu cần nhập:

Required Life: tuổi thọ. Gõ số hoặc nhấn nút để hiện ra bảng tuổi thọ phụ thuộc vào chức năng làm việc của trục như sau:

Required Life	Description
300 - 3000	Household machines, instruments and tools rarely used
3000 - 8000	Machines for short or intermittent service, el. hand-operated tools
8000 - 12000	Highly reliable machines for short-period or intermittent service
10000-25000	Machines for 8-hours daily service not always fully used
20000-30000	Machines for 8 to 16-hours daily service fully used
40000-60000	Machines for continuous service
60000-200000	Machines for continuous service with great service safety

Số giờ phụ thuộc vào các loại máy:

Household Machines, instruments and tools rarely used: máy hộ gia đình, các máy công cụ cắt gọt nhỏ, ít khi dùng.

Machines for short or intermittent service, el. hand-operated tools: máy dùng không liên tục như các máy công cụ cầm tay.

Highly reliable machines for short- period or intermittent service: máy có độ chính xác cao, dùng không liên tục.

Machines for 8-house daily service not always fully used: máy dùng 8 giờ liên tục hàng ngày.

Machines for 8-house daily service not always fully used: máy dùng từ 8 đến 16 giờ liên tục hàng ngày.

Machines for continuous service: máy dùng liên tục.

Machines continuous service with great service safety: máy dùng liên tục với độ an toàn cao.

Nhấn chọn tên loại máy, số giờ tương ứng sẽ hiện tại ô nhập liệu.

Nếu tuổi thọ không phù hợp với loại ổ được chọn, một dòng thông báo màu đỏ hiện ra:

Required Life Lh 1650 Required Reliability a1 90
 Units metric Lubrication Type Grease
 imperial Oil

Dòng thông báo

Calculated bearing life is smaller than required.

Designation	d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [N]	CO [N]	rpm (gr)	rpm (oil)
623-Z	3	10	4	433	146	60000	70000
624-Z	4	13	5	975	305	48000	56000
634-Z	4	16	5	1110	380	43000	50000
625-Z	5	16	5	1110	380	43000	50000
635-Z	5	19	6	1720	620	36000	43000
626-Z	6	19	6	1720	620	36000	43000

Nội dung như sau: “Ổ được chọn có tuổi thọ nhỏ hơn tuổi thọ yêu cầu”, chúng ta phải chọn lại ổ hoặc nhập lại tuổi thọ.

Factor of add'l force: hệ số lực phát sinh. Hệ số này phụ thuộc vào loại động cơ. Gõ số hoặc nhấn nút để hiện ra bảng hệ số có sẵn cho người dùng chọn.

Additional Forces Due to the Machine Type

Factor of Add'l Forces OK

- 1.0-1.2 Electric rotary machines, turbines, turbo-compressors
- 1.2-1.5 Railway and piston engines**
- 1.0-1.2 Belt conveyors, ropeways, pumps, fans
- 1.0-1.4 Cranes, elevators, mine fans
- 1.5-1.8 Mine elevators and pumps
- 1.2-1.5 Piston pumps and compressors
- 1.5-1.8 Pan, tube and hammer mills, crushers
- 1.5-2.5 Machines for soil removing, deep drilling machines
- 1.3-1.5 Drying drums
- 1.0-1.5 Paper and textile machines
- 1.1-1.5 Machines for food processing
- 1.1-1.3 Grinders; drilling, milling, sawing and wood-cutting machines
- 1.4-1.6 Lathes, cutting machines with reciprocating motion
- 1.3-2.0 Rolling mills, forging hammers, power sheet shears, stamp. m.
- 1.5-3.0 Roughing and break-down mills

Các loại động cơ như sau:

Electric rotary machines, turbines, turbo-compressors: máy điện, tuốc bin, tuốc bin nén khí.

Railway and piston engines: động cơ xe lửa và ô tô.

Belt conveyors, ropeways, pumps, fans: băng chuyền, cáp treo, máy bơm, quạt điện.

Cranes, elevators, mine fans: cần cẩu, thang máy, quạt hầm lò.

.....

Nhấn chọn tên loại máy, hệ số tương ứng sẽ hiện tại ô nhập liệu.

Working Temperature: nhiệt độ làm việc của ổ. Gõ số hoặc nhấn nút chọn các giá trị có sẵn.

Required Reliability: độ tin cậy. Gõ số hoặc nhấn nút chọn các giá trị có sẵn.

Lubrrication Type: kiểu bôi trơn. Nhấn chọn một trong các nút sau:

Greese: mỡ bôi trơn.

Oil: dầu bôi trơn.

Load Conditions - điều kiện tải trọng.

Nhấn nút Load Conditions để hiện ra bảng nhập tải trọng:

Number of Different Load Conditions: số tải trọng khác nhau tác dụng lên ổ. Gõ số hoặc nhấn nút để tăng giảm giá trị, tối đa là 10. Đây chính là ổ trục có tải trọng thay đổi.

Mỗi tải trọng có một dòng nhập các số liệu tương ứng bên dưới.

Fri: lực hướng tâm. Gõ số.

Fai: lực dọc trục. Gõ số.

ni: vận tốc quay. Gõ số.

ti/t: thời gian tác dụng của tải trọng (tính bằng phần trăm). Gõ số.

Nhấn **OK** kết thúc việc nhập tải trọng.

12.3.2 Số liệu tính được - Calculation Results

Hộp thoại như sau:

Designation	d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [N]	C0 [N]	rpm(gr)	rpm(oil)
623-Z	3	10	4	488	146	60000	70000
624-Z	4	13	5	975	305	48000	56000
634-Z	4	16	5	1110	380	43000	50000
625-Z	5	16	5	1110	380	43000	50000
635-Z	5	19	6	1720	620	36000	43000
626-Z	6	19	6	1720	620	36000	43000
607-Z	7	19	6	1720	620	36000	45000
627-Z	7	22	7	3250	1370	32000	38000
608-Z	8	22	7	3250	1370	36000	43000
609-Z	9	24	7	3710	1660	32000	38000
629-Z	9	26	8	4620	1960	28000	34000
6000-Z	10	26	8	4620	1960	30000	36000
6200-Z	10	30	9	5070	2360	24000	30000
6300-Z	10	35	11	8060	3400	20000	26000

Bên dưới là ký hiệu ổ. Nhấn chọn ổ, các kích thước được hiện lên tại hình minh hoạ phía trên bên phải.

Bên trái là các giá trị kết quả tính toán.

Equivalent Dynamic Load: *tải trọng động tương đương.*

Equivalent static Load: *tải trọng tĩnh tương đương.*

Static Safety Factor: *hệ số an toàn tĩnh.*

Power Loss by Friction: *công suất bị hao hụt do ma sát.*

Necessary minimum Load: *tải trọng cần thiết tối thiểu.*

Calculated Bearing Lift: *tuổi thọ tính được của ổ.*

Factor of Over-Revolving: *hệ số vòng quay quá mức.*

Nếu các kết quả có dấu màu đỏ là bị sai, phải nhập số liệu lại.

12.4 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

12.4.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

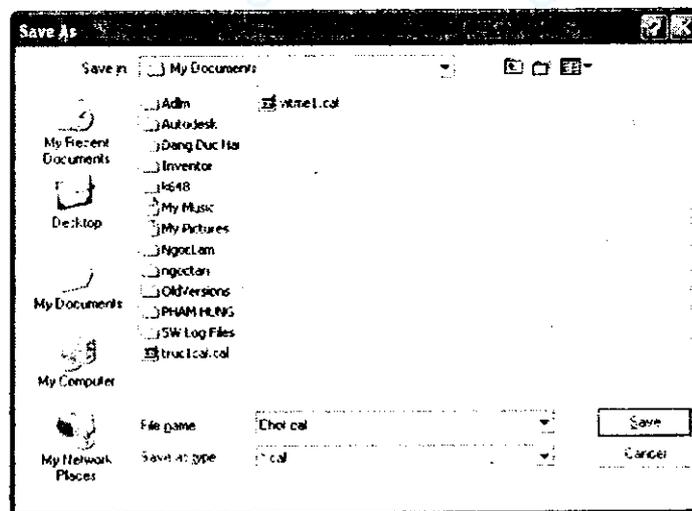
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

12.4.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: **File** ⇨ **Save as**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.

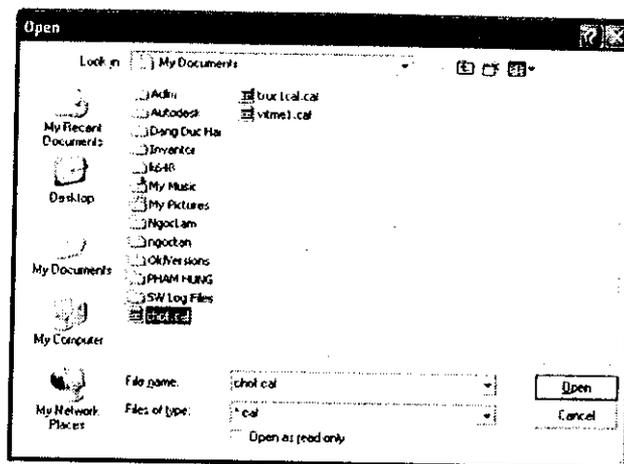
Nhấn **Save** để lưu trữ.

12.4.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇨ **Open**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp. Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

12.4.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

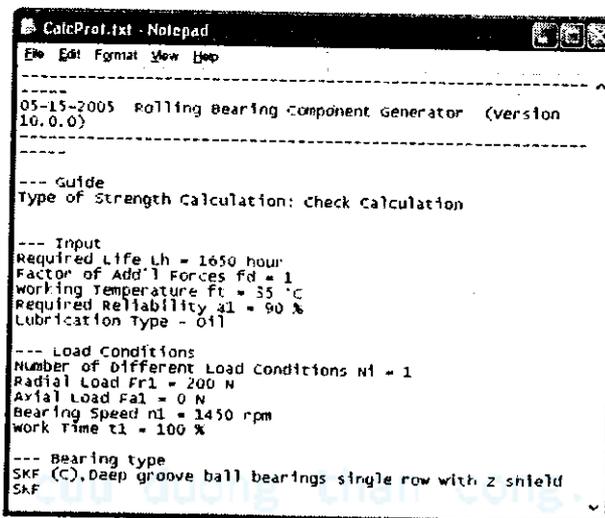
Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web.

12.4.2.1 Xuất thành văn bản thông thường

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create Report**

Thanh công cụ:  CuuDuongThanCong.com

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



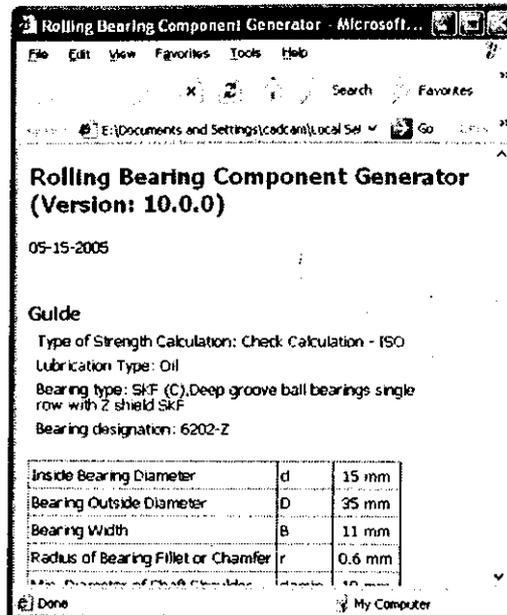
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

12.4.2.2 Xuất dưới dạng trang Web

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create HTML Report**

Thanh công cụ: 

Kết quả như hình dưới.



Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

12.5 ĐƯA CHI TIẾT VÀO BẢN VẼ

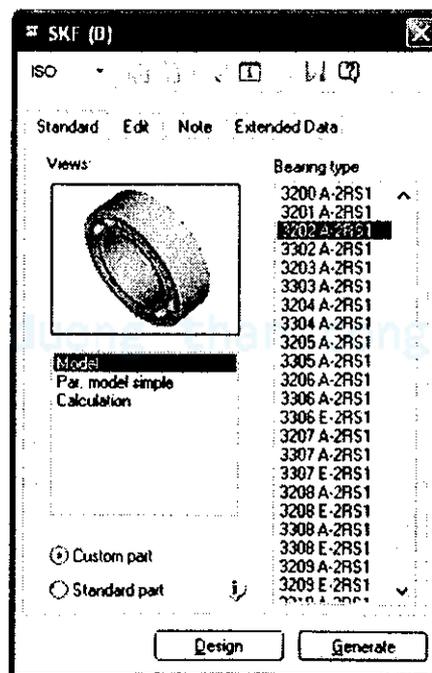
12.5.1 Đưa ổ vào bản lắp

Môi trường làm việc để đưa hình ổ trực vào là bản lắp ghép (**Assembly**).

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào bản lắp ghép.

Nhấn nút trong hộp thoại chính để đưa mỗi ghép vào bản thiết kế. Hộp thoại hiện ra:

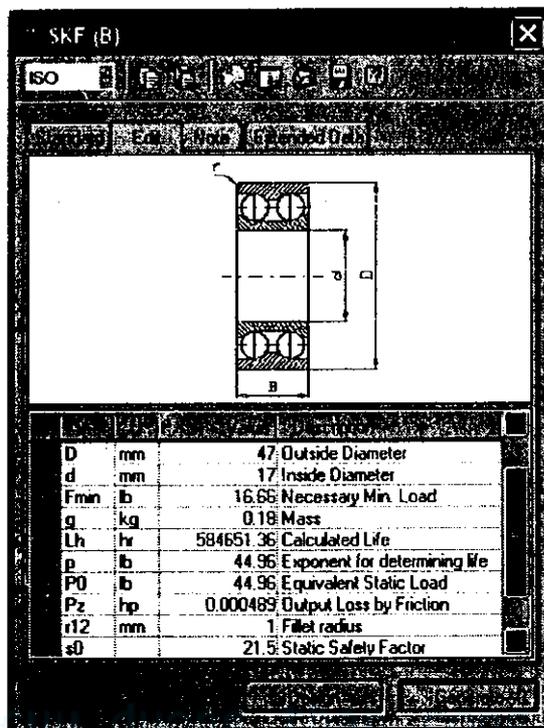


Nhấn chọn **Model**. Tại đây có các thông số sau:

Bearing Type: *kiểu ổ*.

Nhấn chuột chọn ký hiệu cần thiết.

Nhấn **Edit** để xem và có thể sửa các thông số:



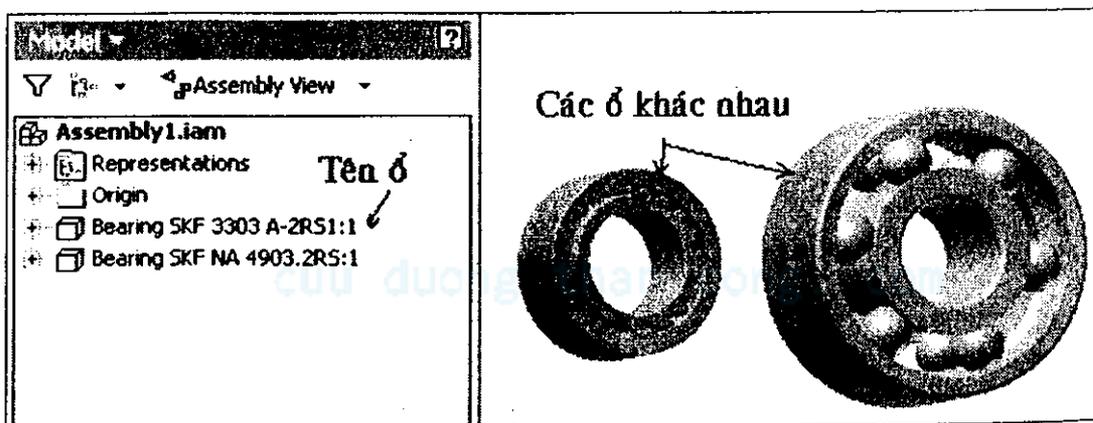
Tại đây những giá trị nào hiện rõ thì có thể thay đổi bằng cách gõ giá trị khác vào ô đó.

Nhấn nút **Design** để quay lại tính toán.

Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.

12.5.2 Chỉnh sửa ổ

Cũng giống như các chi tiết khác, ổ cũng có tên trong trình duyệt.



Nhấn phím phải chuột vào tên chốt cần sửa, chọn **Edit**. Việc chỉnh sửa như đối với các chi tiết khác.

CHƯƠNG 13

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ Ổ TRƯỢT - PLAIN BEARING

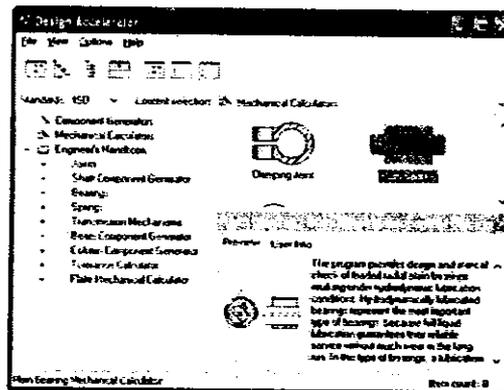
Chương trình này cung cấp thiết kế và kiểm tra tính về các ổ trượt chịu tải, làm việc dưới chế độ bôi trơn thủy động.

Phần này chỉ có tính toán, không vẽ chi tiết trong bản vẽ.

Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 11 - Phần I**.

13.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

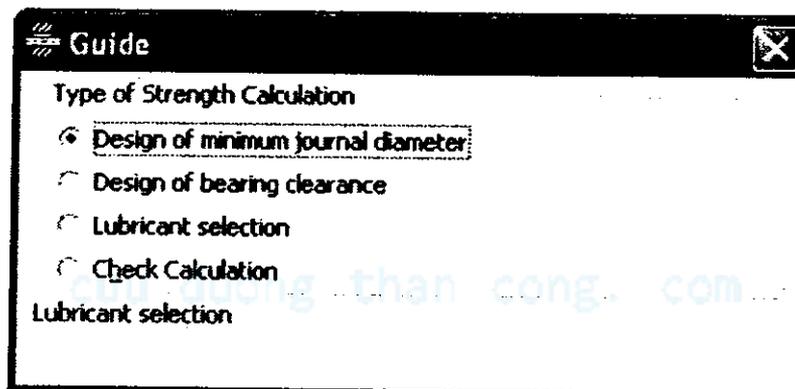
Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:



Tại ô **Standard** nhấn nút ∇ chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Hộp thoại hiện ra:



Đây là hộp thoại để chọn các điều kiện ban đầu (mục tiêu) cho tính toán thiết kế.

Bảng này tồn tại song song với bảng nhập số liệu và tính toán. Mỗi lần thay đổi các tiêu chí tại bảng này, bảng nhập số liệu thay đổi theo để phù hợp với lựa chọn.

Nếu không thấy bảng này xuất hiện, có hai cách để hiển thị:

Trình đơn: **Tools** \Rightarrow **Guide**

Thanh công cụ:

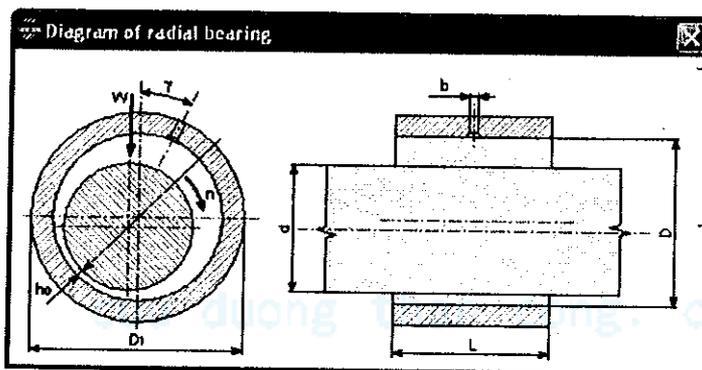
13.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

Từ hộp thoại trên chúng ta chọn các mục tiêu tính toán như sau:

- ⊙ **Design of minimum journal diameter:** tính toán chọn đường kính tối thiểu của ngõng.
 - ⊙ **Design of bearing clearance:** tính khe hở của ổ.
 - ⊙ **Lubricant Selection:** tính toán chọn chế độ bôi trơn.
 - ⊙ **Check Calculation:** tính kiểm tra độ bền.
- Chúng ta nghiên cứu từng trường hợp một.

13.3 NHẬP SỐ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN

Hình mô tả ổ:



Hộp thoại nhập số liệu:

Precise data

Include reducing of internal diameter due to the pressing into bearing body

Mean pressing interference: 35.5 micron Clearance change: -0.023772 mm

Include relative clearance change due to the radial temperature gradients

Radial thermal drop between the sliding surface and shaft centre: 3 °C

Radial thermal drop between the outer bearing diameter and sliding surface: 10 °C

Shaft thermal expansion factor: 0.0000117 1/°C

Clearance change: -0.00272 mm

Outer bearing diameter: 60 mm Lining thickness: 2.5 mm

Bearing material: User

Modulus of Elasticity: 210000 MPa Poisson's Ratio: 0.3

Bearing body outer diameter: 90 mm

Bearing body material: User

Modulus of Elasticity: 210000 MPa Poisson's Ratio: 0.3

Factor of thermal expansivity of bearing body material: 0.0000117 1/°C

Check calculations

Check the designed bearing at the maximum and minimum diametral clearance value

Min. diam. clearance: 0.039 mm

Max. diam. clearance: 0.079 mm

Bearing thermal balance

Consider bearing cooling with ambient air

Speed of air flow: 0 °C

Cancel OK

13.3.1 Nhập số liệu - Input

Sau khi khởi tạo chương trình, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có như trên. Muốn xem hình mô tả các thông số, nhấn nút **Preview**.

13.3.1.1 Các số liệu cơ bản

Nhóm Bearing Load - tải trọng của ổ.

Loading Force **W**: lực tải. Gõ số.

Journal Speed **n**: vận tốc góc của ngông.

Circumferential Journal Speed: vận tốc dài của ngông.

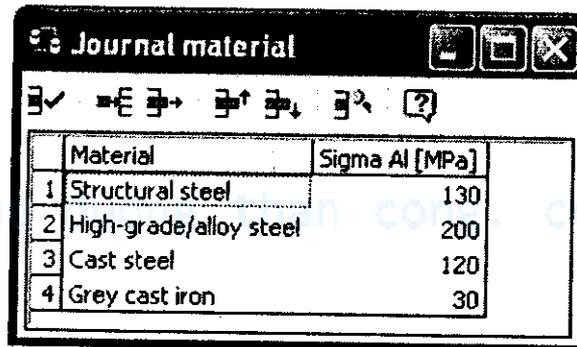
Nhóm Journal Material - vật liệu của ngông.

Có hai cách cho vật liệu:

1- Mặc định là User - nếu chọn phương án này, chúng ta phải nhập các giá trị cơ lý để suy ra vật liệu tương ứng. Các thông số gồm:

Allowable Bending Stress: ứng suất uốn cho phép. Gõ số.

2- Nhấn nút  để hiện ra danh sách vật liệu.



Nhấn tên vật liệu và nhấn nút  để đưa vật liệu vào.

Khi đã có vật liệu, các thông số sẽ có giá trị tương ứng hiện lên tại ô số liệu.

Nhóm Bearing Dimensions - kích thước ổ

Journal Diameter **d**: đường kính của ngông. Gõ số hoặc nhấn nút  để chọn giá trị có sẵn. Nếu tại hộp thoại **Guide** chọn “ Design of minimum journal diameter: tính toán chọn đường kính tối thiểu của ngông” thì ô này là kết quả tính được (không kích hoạt).

Bearing Length **L**: chiều dài ổ. Gõ số.

Relative Bearing Width: chiều rộng tương đối của ổ. Gõ số.

Journal Surface Texture: xử lý bề mặt của ngông. Gõ số.

Bearing Surface Texture: xử lý bề mặt của ổ. Gõ số.

Bearing running-in Considered: ON - có chế độ chạy rà, OFF - không tính đến chạy rà.

Diametral Clearance: khe hở đường kính (giữa ngông và ổ). Gõ số. Nếu tại hộp thoại **Guide** chọn “ Design of bearing clearance: tính khe hở của ổ” thì ô này là kết quả tính được (không kích hoạt).

Relative Diametral Clearance: khe hở đường kính tương đối (giữa ngông và ổ). Kết quả tính ra.

Nhóm Bearing Lubrication method - phương pháp bôi trơn.

Nhấn chọn một trong các chế độ bôi trơn dưới đây và nhập các tham số tương ứng.

⊙ Lubricant Inlet through hole/pocket or axial groove: *bôi trơn qua lỗ hoặc rãnh dọc trục*. Cho các tham số:

Hole Diameter or Groove Length: *đường kính lỗ hoặc chiều dài rãnh*. Gõ số.

Oil Inlet Position: *vị trí lỗ tra dầu (tính bằng độ)*. Gõ số.

⊙ Lubricant Inlet through Full Circumferential/Radial groove: *bôi trơn toàn bộ mặt trụ hoặc rãnh vòng quanh trục*. Cho các tham số:

Radial Groove Width: *beef rộng rãnh*. Gõ số.

Wiping Splashing of heated oil: *dùng vòng chắn dầu chịu nhiệt*.

Nhóm Operating Conditions - các điều kiện làm việc của ổ trục

Ambient Temperature of Bearing: *hiệt độ bao quanh của ổ*. Gõ số.

Lubrical Input Temperature: *hiệt độ của chất bôi trơn*. Gõ số.

Lubrical Input Pressure: *áp suất của chất bôi trơn*. Gõ số.

Lubrical : *chất bôi trơn*. Nhấn nút ▼ chọn trong danh sách đổ xuống.

User: *tự cho các thông số*. Các thông số gồm:

Lubrical Temperature at Bearing Exit: *hiệt độ của chất bôi trơn khi ra khỏi ổ*.

Lubrical viscosity: *độ nhớt của chất bôi trơn*.

Lubrical Density at 20°C: *độ đặc của chất bôi trơn ở 20°C*.

Mesh size of oil Filter: *kích thước lưới lọc dầu*.

Chọn chất bôi trơn có trên thị trường, các thông số được tự động cập nhật tại các ô nhập liệu.

Nếu tại hộp thoại **Guide** chọn "⊙ Lubricant Selection: *tính toán chọn chế độ bôi trơn*" thì ô này là kết quả tính được (không kích hoạt).

13.3.1.2 Các số liệu chính xác hơn

Nhấn nút **Advanced...** tại hộp thoại Input, hộp thoại cô các giá trị chính xác hơn hiện ra:

Precise data

Diametral clearance change

Include reducing of internal diameter due to the pressing into bearing body

Mean pressing interference: 35.5 micron Clearance change: -0.023772 mm

Include relative clearance change due to the radial temperature gradients

Radial thermal drop between the sliding surface and shaft centre: 3 °C

Radial thermal drop between the outer bearing diameter and sliding surface: 10 °C

Shaft thermal expansion factor: 0.0000117 1/°C

Clearance change: -0.002272 mm

Outer bearing diameter: 60 mm Lining thickness: 2.5 mm

Bearing material: User

Modulus of Elasticity: 210000 MPa Poisson's Ratio: 0.3

Bearing body outer diameter: 60 mm

Bearing body material: User

Modulus of Elasticity: 210000 MPa Poisson's Ratio: 0.3

Factor of thermal expansivity of bearing body material: 0.0000117 1/°C

Check calculations

Check the designed bearing at the maximum and minimum diametral clearance value

Min. diam. clearance: 0.039 mm

Max. diam. clearance: 0.079 mm

Bearing thermal balance

Consider bearing cooling with ambient air

Speed of air flow: 0 °C

Cancel OK

Nhóm Diamtral clearance change - thay đổi khe hở theo đường kính.

Include Reducing of Internal diameter due to the pressing into bearing body: *có tính đến sự co khe hở khi có lực ép vào thân ổ.* Trong phương án này phải nhập các tham số sau:

Mean Pressing Interference: *độ nén trung bình.* Gõ số.

Clearance Change: *khe hở thay đổi.* Giá trị này phụ thuộc vào tham số trên.

Outer diameter: *đường kính ngoài (ngõng).* Gõ số.

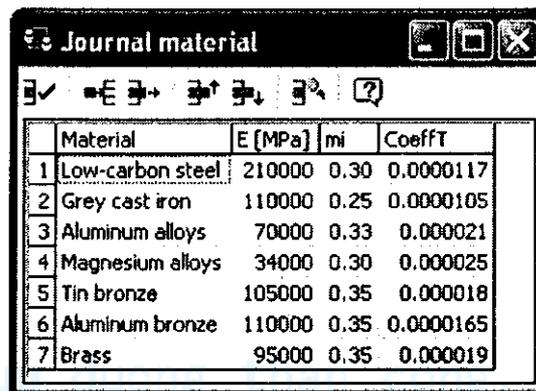
Bearing Material: *vật liệu ổ (ngõng).*

Có hai cách cho vật liệu:

1- Mặc định là User - nếu chọn phương án này, chúng ta phải nhập các giá trị cơ lý để suy ra vật liệu tương ứng. Các thông số gồm:

Modulus Elasticity: *mô đun đàn hồi.* Gõ số.

2- Nhấn nút , bảng vật liệu hiện ra:



Material	E [MPa]	mi	CoeffT
1 Low-carbon steel	210000	0.30	0.0000117
2 Grey cast iron	110000	0.25	0.0000105
3 Aluminum alloys	70000	0.33	0.000021
4 Magnesium alloys	34000	0.30	0.000025
5 Tin bronze	105000	0.35	0.000018
6 Aluminum bronze	110000	0.35	0.0000165
7 Brass	95000	0.35	0.000019

Nhấn trái chuột vào tên vật liệu. Nhấn nút  để gán vật liệu. Tham số tự động đưa vào ô nhập liệu.

Bearing body Outer diameter: *đường kính ngoài của thân ổ.* Gõ số.

Bearing body Material: *vật liệu thân ổ.* Tương tự như vật liệu ngõng.

Include Relative clearance change due to the radial temperature gradients: *có tính đến sự thay đổi khe hở theo biến thiên nhiệt độ.* Trong phương án này phải nhập các tham số sau:

Radial thermal drop between the sliding surface and shaft center: *sự chênh lệch nhiệt độ giữa mặt tiếp xúc và tâm trục.* Gõ số.

Radial thermal drop between the bearing outer diameter and sliding surface: *sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm tại đường kính ngoài của ổ và mặt tiếp xúc.* Gõ số.

Shaft thermal expansion factor: *hệ số giãn nở vì nhiệt của trục.*

Clearance Change: *khe hở thay đổi.* Giá trị này phụ thuộc vào tham số trên.

Nhóm Check Calculations - tính toán kiểm tra.

Check the designed bearing at the maximum and minimum diametral clearance value: *kiểm tra giá trị khe hở lớn nhất và nhỏ nhất của mặt ngoài trục và mặt trong của ổ.* Trong phương án này phải nhập các tham số sau:

Min. Diam. Clearance: *khe hở nhỏ nhất.*

Max. Diam. Clearance: *khe hở lớn nhất.*

Nhóm Thermal balance - cân bằng nhiệt.

Consider bearing cooling with ambient air: *tính đến sự làm mát của ổ bằng không khí xung quanh.* Trong phương án này phải nhập các tham số sau:

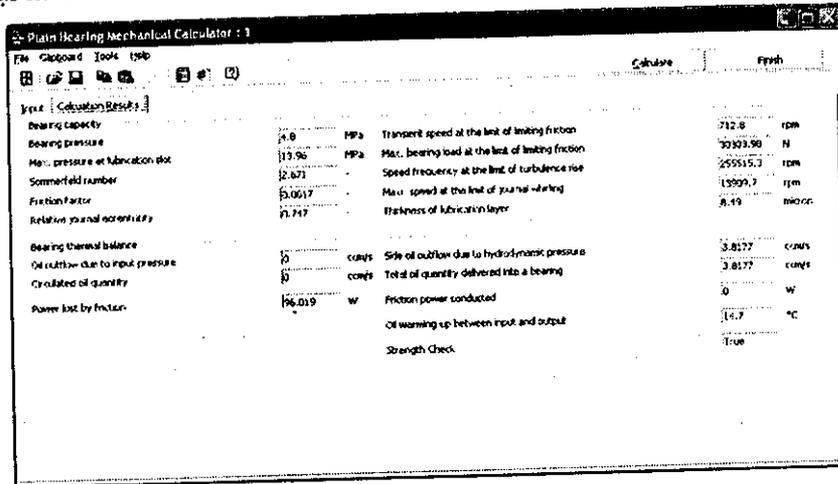
Speed of air flow: *tốc độ của luồng khí theo sau.* Gõ số.

Sau khi cho các tham số nhấn **OK**.

Trở lại hộp thoại chính. Nhấn **Calculation**, hộp thoại kết quả tính toán hiện ra.

13.3.2 Kết quả tính toán - Calculation Results

Hộp thoại như sau:



Các kết quả chúng ta thu được như sau:

Nhóm Bearing Capacity - khả năng của ổ

Bearing Pressure: *áp lực.*

Max. pressure at lubrication slot: *áp lực lớn nhất tại khe bôi trơn.*

Sommerfeld number: *số Somofin.*

Friction Factor: *hệ số ma sát.*

Relative journal eccentricity: *độ lệch tâm tương đối của ổ.*

Transient speed at the limit of limiting friction: *vận tốc tức thời tại thời điểm giới hạn của ma sát mặt biên.*

Max. Bearing load at the limit of limiting friction: *tải trọng lớn nhất tại thời điểm giới hạn của ma sát mặt biên.*

Speed frequency at the limit of turbulence rise: *vận tốc thường xuyên tại thời điểm giới hạn của sự biến đổi vận tốc.*

Max. speed at the limit of journal whirling: *vận tốc lớn nhất của ổ.*

Thickness of lubrication layer: *bề dày lớp bôi trơn.*

Nhóm Bearing thermal balance - cân bằng nhiệt của ổ

Oil outflow due to input pressure: *sự chảy dầu khi bị ép.*

Circulated oil quantity: *lượng dầu luân chuyển.*

Power lost by friction: *công suất mất mát do ma sát.*

Side oil outflow due to hydrodynamic pressure: *lượng dầu chảy ra cạnh khi ép thủy lực.*

Total oil quantity delivered into bearing: *tổng lượng dầu trong ổ.*

Friction power conducted: *công suất dẫn nhiệt ma sát.*

Oil warming-up between input and output: *độ tăng nhiệt của dầu khi vào và khi ra.*

Strength check: *kiểm tra độ bền.* Nếu tại đây nhận giá trị **True** là tốt, **False** là sai.

Nếu các kết quả có dấu màu đỏ là bị sai, phải nhập số liệu lại.

13.4 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

13.4.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

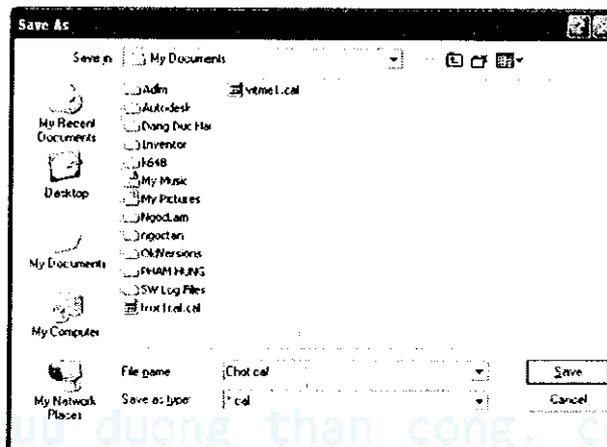
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

13.4.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: **File** ⇒ **Save as**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



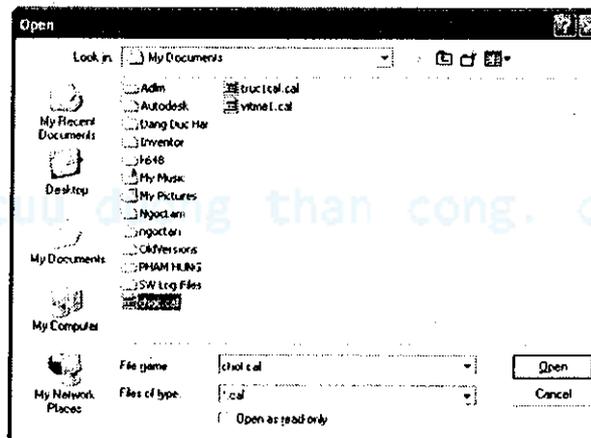
Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

13.4.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇒ **Open**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp.
Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

13.4.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

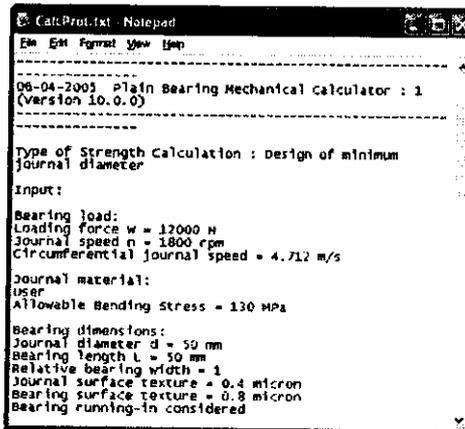
Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web.

13.4.2.1 Xuất thành văn bản thông thường

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create Report**

Thanh công cụ: 

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



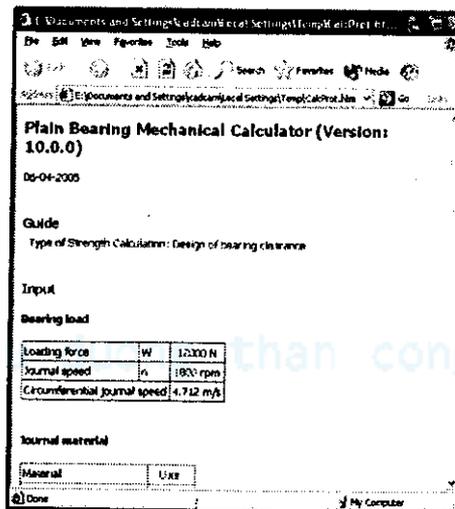
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

13.4.2.2 Xuất dưới dạng trang Web:

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create HTML Report**

Thanh công cụ: 

Kết quả như hình dưới.



Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

Nhấn nút trong hộp thoại chính kết thúc tính toán.

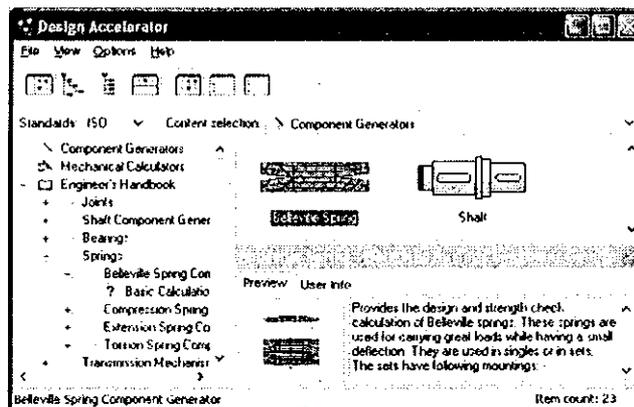
THIẾT KẾ Lò Xo Đĩa - BELLEVILLE SPRING

Giúp thiết kế và kiểm tra lò xo đĩa và các thông số của nó theo tiêu chuẩn BS. Có thể chọn tính toán thiết kế theo đường kính trong hoặc đường kính ngoài. Chương trình cho phép chọn được các kích thước tối ưu cho lò xo phù hợp với điều kiện ban đầu.

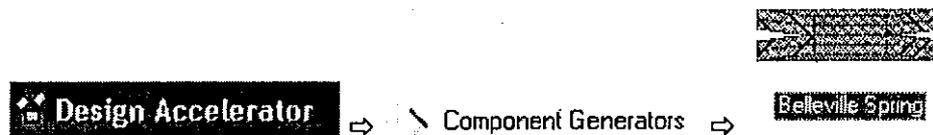
Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 12 - Phần I**.

14.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

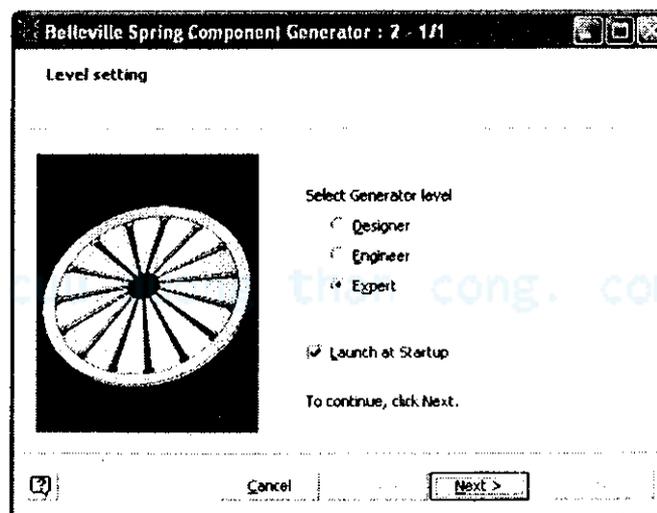
Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:



Tại ô **Standard** nhấn nút \blacktriangledown chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Hộp thoại hiện ra:



Tại đây chọn mức độ sử dụng:
 Designer - nhà thiết kế.

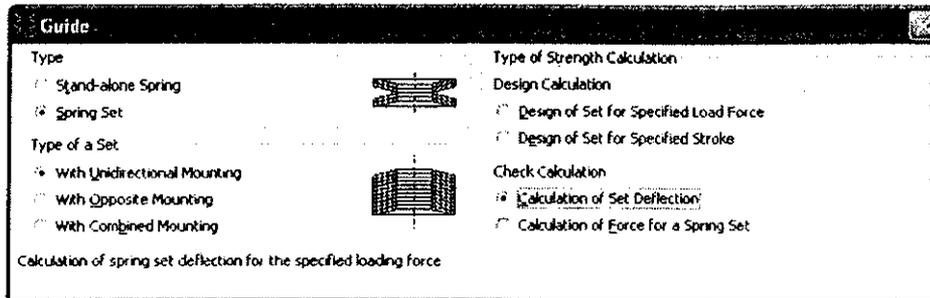
⊙ **Engineer** - kỹ sư.

⊙ **Expert** - chuyên gia.

Chọn ⊙ **Expert** - **chuyên gia**, sẽ có đầy đủ các thông số để tính toán thiết kế.

Nhấn **Next** để tiếp tục.

Hộp thoại tiếp theo:



Đây là hộp thoại để chọn các điều kiện ban đầu (mục tiêu) cho tính toán thiết kế.

Bảng này tồn tại song song với bảng nhập số liệu và tính toán. Mỗi lần thay đổi các tiêu chí tại bảng này, bảng nhập số liệu thay đổi theo để phù hợp với lựa chọn.

Nếu không thấy bảng này xuất hiện, có hai cách để hiển thị:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Guide**

Thanh công cụ: 

14.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

Từ hộp thoại trên chúng ta chọn các mục tiêu tính toán như sau:

Nhóm Spring Type - kiểu lò xo

Chọn một trong hai kiểu sau:

⊙ **Stand-alone Spring**: *lò xo một đĩa.*

⊙ **Spring Set**: *các đĩa xếp chồng nhau.*

Có các hình vẽ minh họa bên cạnh.

Nhóm Type of a Set - kiểu xếp

Chọn một trong hai kiểu sau:

⊙ **With Unidirectional Mounting**: *xếp theo một hướng.*

⊙ **With Opposite Mounting**: *xếp theo hai hướng đối nhau.*

⊙ **With Combined Mounting**: *xếp theo tổ hợp.*

Có các hình vẽ minh họa bên cạnh.

Nhóm Type of Strength Calculations - tính toán sức bền của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

Design Calculations - tính toán thiết kế

Chọn một trong hai phương án:

⊙ **Design of Set for Specified Load Forces**: *thiết kế chồng theo các lực tác dụng.*

⊙ **Design of Set for Specified Stroke**: *thiết kế chồng theo hành trình.*

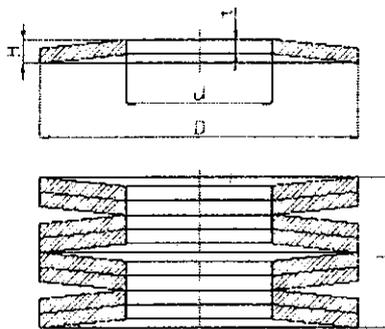
Check Calculations - tính toán kiểm tra

⊙ **Calculation of Set Deflection**: *tính toán kiểm tra độ biến dạng của chồng.*

⊙ **Calculation of Force for Spring Set**: *tính toán lực tác dụng lên chồng.*

Nhấn chọn một trong các nút trên. Mỗi mục tiêu tính toán tại đây sẽ dẫn đến sự thay đổi việc nhập số liệu tại các nhóm khác. Chúng ta sẽ nghiên cứu cho từng trường hợp tại phần nhập số liệu và tính toán dưới đây.

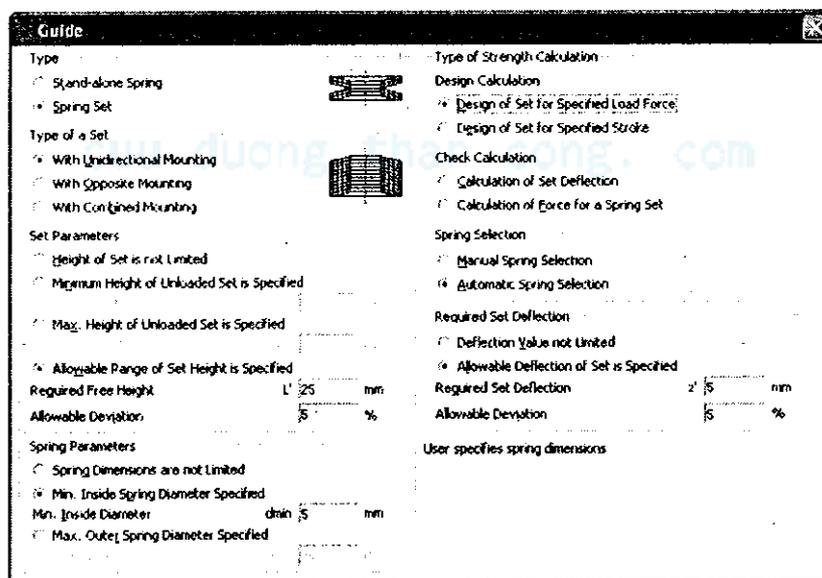
Dưới đây là hình minh họa các kích thước của lò xo.



14.2.1 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Design Calculations - tính toán thiết kế

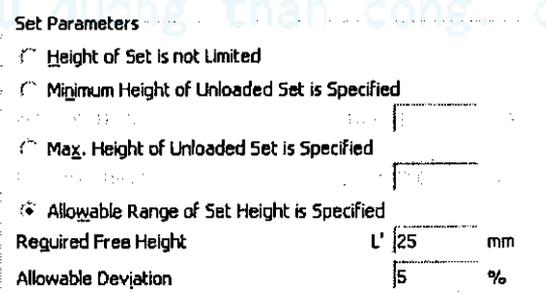
Tại hộp thoại **Guide** chọn **Design of Set for Specified Load Forces**: thiết kế chống theo các lực tác dụng hoặc **Design of Set for Specified Stroke**: thiết kế chống theo hành trình.

Các tham số của các phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm mới thêm vào chung cho cả hai phương án:

Nhóm Set Parameters - các thông số của chống xếp (lò xo)



Trong này lại có các phương án cho kích thước:

Allowable Deflection of Set is Specified: cho giá trị độ cong của chông (lò xo).
 Ô nhập giá trị hiện ra.

Allowable Deflection of Set is Specified

Required Set Deflection	z	5	mm
Allowable Deviation		5	%

Required Set Deflection: độ cong cần thiết.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

Đối với phương án Design of Set for Specified Stroke: thiết kế chông (lò xo) theo hành trình có nhóm:

Nhóm Required Forces for Set - lực tác dụng lên chông

Chọn một trong hai cách sau:

Forces Value not Limited: lực không bị giới hạn.

Allowable Force is Specified: không chế độ lớn của lực.

Ô nhập giá trị hiện ra.

Allowable Force is Specified

Required Force	F'	20000	N
Allowable Deviation		5	%

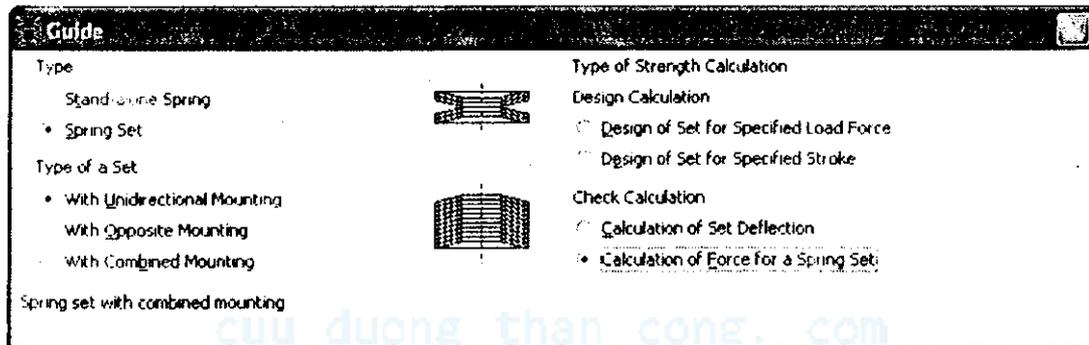
Required Force: lực cần thiết.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

14.2.2 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Check Calculation - tính kiểm tra

Tại hộp thoại **Guide** chọn Calculation of Set Deflection hoặc Calculation of Force for a Spring Set

Hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm chọn phương án cũng đã được giới thiệu tại các phần trên.

Chúng ta nghiên cứu tiếp hộp thoại nhập số liệu để tính toán theo các mục tiêu đã chọn.

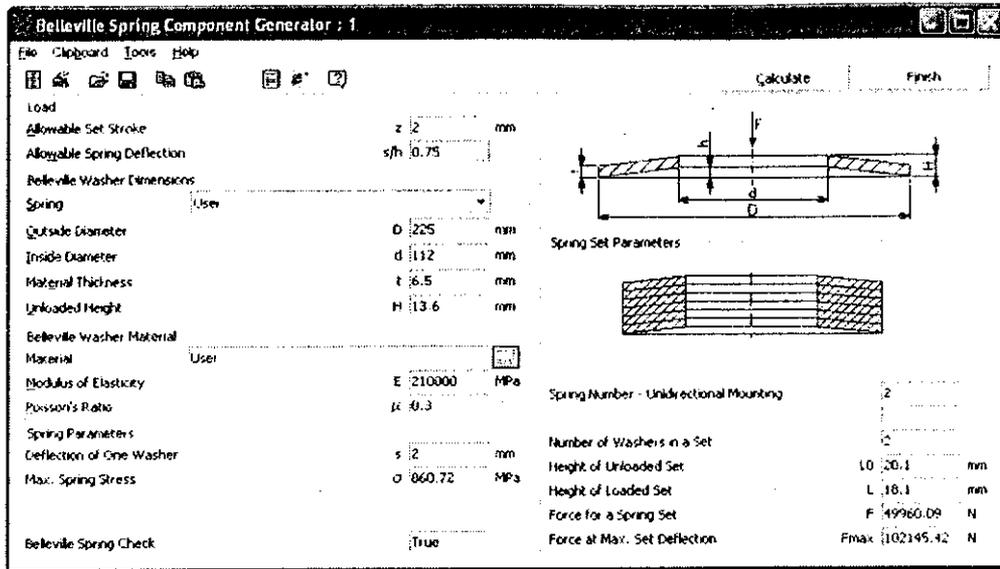
14.3 NHẬP SỐ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN

Việc nhập số liệu để tính toán được trình bày theo phương thức:

Các ô nhập số liệu được kích hoạt phụ thuộc vào mục tiêu tính toán.

14.3.1 Nhập số liệu

Với mục tiêu tính toán đã chọn, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có dạng:



Nhóm Load - tải trọng lò xo.

Trong này có các tham số được nhập số liệu theo các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.

Allowable Set Stroke z: hành trình cho phép của chồng (lò xo). Gõ số.

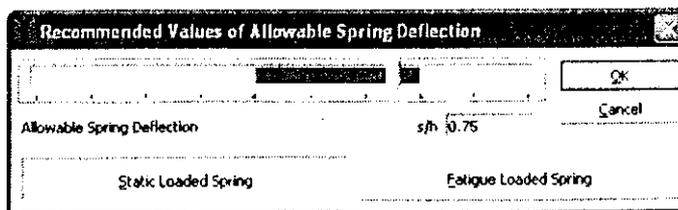
Ô này được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn: **Calculation of Force for a Spring Set** hoặc **Design of Set for Specified Stroke**

Load Force F: lực tác dụng. Gõ số.

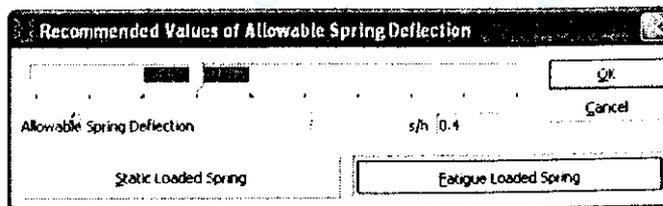
Ô này được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn: **Design of Set for Specified Load Forces** hoặc **Calculation of Set Deflection**.

Allowable Spring Deflection s/h: độ cong cho phép của chồng (lò xo). Gõ số hoặc nhấn nút để tham khảo các giá trị cho phép:

Trong hộp thoại có hai nút chọn theo tải trọng: **Static Loaded Spring** - tải trọng tĩnh, các giá trị cho phép là vùng tô đậm của hình dưới.



Fatigue Loaded Spring - dùng cho lò xo có tải trọng mỏi.



Dùng thanh trượt để kéo thay đổi giá trị. Giá trị được hiển thị trong ô s/h. Nhấn nút **OK** chấp nhận giá trị đã chọn.

Nhóm Belleville Washers Dimensions - kích thước đĩa lò xo

Các kích thước này cũng phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Ô nào bị mờ đi là kết quả tính được.

Belleville Washer Dimensions

Spring

Outside Diameter	D	225	mm
Inside Diameter	d	112	mm
Material Thickness	t	6.5	mm
Unloaded Height	H	13.6	mm

Các kích thước như sau:

Spring: *lò xo*. Mặc định là User. Nếu chọn phương án này, người dùng phải nhập các kích thước như sau:

- Outside Diameter **D**: *đường kính ngoài*. Gõ số.
- Inside Diameter **d**: *đường kính trong*. Gõ số.
- Material Thickness **t**: *bề dày đĩa*. Gõ số.
- Unloaded Height **H**: *chiều cao đĩa không tải*. Gõ số.

Các kích thước này được minh họa tại hình vẽ bên cạnh.

Nếu tại ô Spring, nhấn nút \blacktriangledown , sẽ hiện ra danh sách các đĩa tiêu chuẩn để người dùng chọn:

User
 User
 8 x 4.2 x 0.20 x 0.45
 8 x 4.2 x 0.30 x 0.55
 8 x 4.2 x 0.40 x 0.60
 10 x 5.2 x 0.25 x 0.55
 10 x 5.2 x 0.40 x 0.70
 10 x 5.2 x 0.50 x 0.75
 12.5 x 6.2 x 0.35 x 0.60

Nhấn chọn đĩa, các kích thước tương ứng sẽ hiện ra tại các ô nhập liệu.

Nhóm Belleville Washers Material - vật liệu đĩa lò xo

Ô Material mặc định là User, người dùng nhập các tham số của vật liệu:

Belleville Washer Material

Material

Modulus of Elasticity E 210000 MPa

Poisson's Ratio μ 0.3

Modulus of Elasticity **E**: *mô đun đàn hồi*. Gõ số.

Poisson's Ratio **μ** : *hệ số Poát-xông*. Gõ số.

Nếu nhấn nút \dots bảng vật liệu hiện ra như sau:

Material	E [MPa]	ν
1 AISI 1074 High Carbon Steel (ASTM A684, AMS 5120H)	210000	0.3
2 AISI 301 Stainless Steel (ASTM A666, AMS 5519)	210000	0.3
3 Inconel X-750 (hardenable nickel chrome alloy)	215000	0.3
4 Phosphor Bronze	10000	0.2

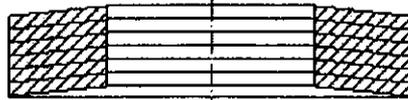
Tìm vật liệu, đánh dấu, nhấn nút \checkmark để khẳng định vật liệu được chọn. Khi đó các tham số tương ứng với vật liệu sẽ hiện ra.

14.3.2 Kết quả tính toán

Trong hộp thoại chính xuất hiện các kết quả như sau:

Spring Set Parameters - các tham số của lò xo (chông)

Spring Set Parameters



Spring Number - Unidirectional Mounting		
Number of Washers in a Set	2	
Height of Unloaded Set	L0	20.1 mm
Height of Loaded Set	L	18.1 mm
Total Set Deflection	z	49960.09 mm
Force at Max. Set Deflection	Fmax	102145.42 N

Spring Number - Unidirectional Mounting: số đĩa xếp theo một hướng.

Spring Number - Opposite Mounting: số đĩa xếp theo hai hướng đối nhau.

Number of Washers in Set : số vòng trong một chông.

Height of Unloaded Set **L0**: chiều cao của chông (lò xo) không tải.

Height of Loaded Set **L**: chiều cao của chông (lò xo) có tải.

Total Set Deflection **z**: tổng độ cong của chông (lò xo). Ô này được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn: **⊙ Design of Set for Specified Load Forces** hoặc **⊙ Calculation of Set Deflection**.

Force for Spring Set **F**: lực tác dụng lên chông (lò xo). Ô này được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn: **⊙ Calculation of Force for a Spring Set** hoặc **⊙ Design of Set for Specified Stroke**

Force at Max. Deflection **Fmax**: lực sinh ra từ độ cong (biến dạng) lớn nhất.

Nhóm Spring Parameters - kích thước đĩa lò xo

Spring Parameters		
Deflection of One Washer	s	2 mm
Max. Spring Stress	σ	860.72 MPa
Belleville Spring Check		True

Deflection of One Washer **s**: khoảng biến dạng của một vòng đĩa.

Max. Spring Stress **σ** : ứng suất lớn nhất của lò xo.

Belleville Spring Check: kết quả tính kiểm tra. Tại đây hiện giá trị **True** (tốt) hoặc **False** (không an toàn).

Nếu các kết quả có dấu **!** là bị sai, phải nhập số liệu lại.

14.4 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

14.4.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

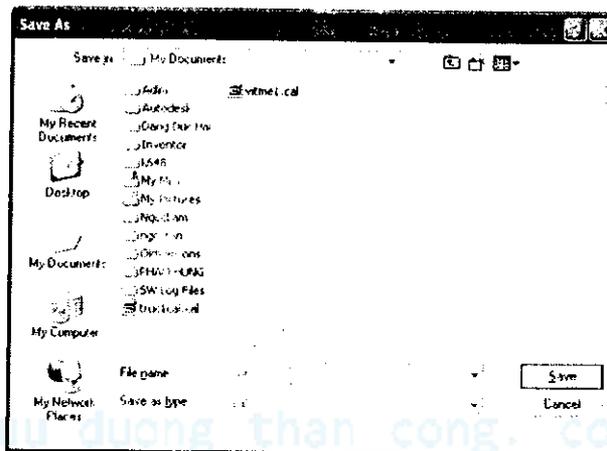
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

14.4.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: **File** ⇒ **Save as**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



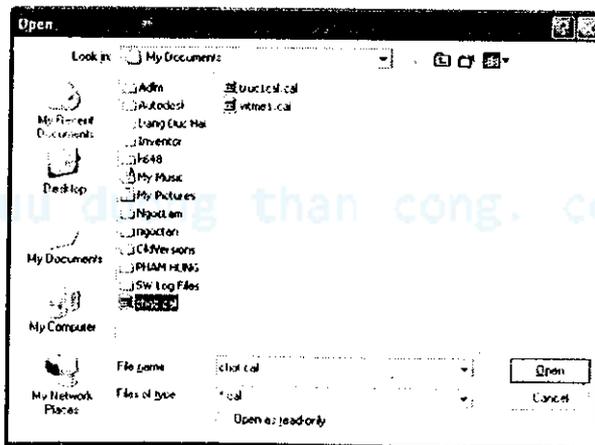
Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

14.4.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇒ **Open**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp. Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

14.4.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

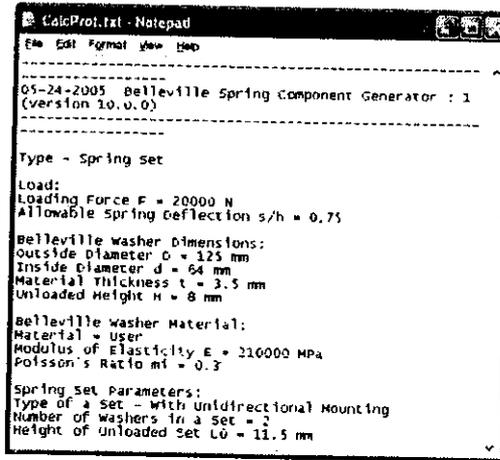
Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web. Trong hộp thoại, dùng lệnh:

14.4.2.1 Xuất thành văn bản thông thường

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create Report**

Thanh công cụ: 

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



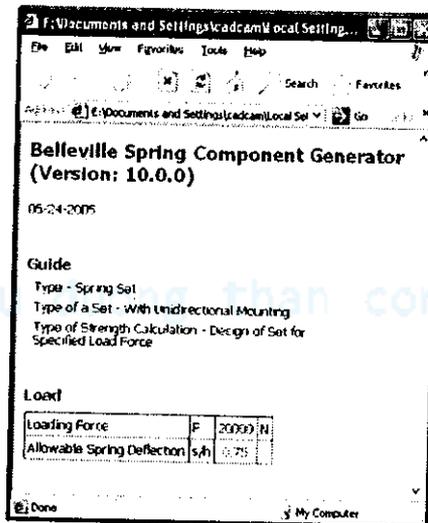
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

14.4.2.2 Xuất dưới dạng trang Web

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create HTML Report**

Thanh công cụ: 

Kết quả như hình dưới.



Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

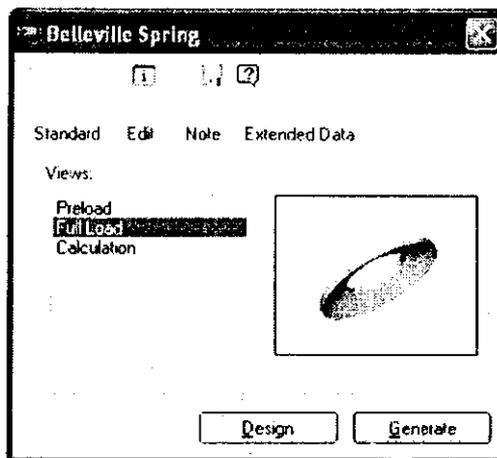
14.5 ĐƯA CHI TIẾT VÀO BẢN VẼ

14.5.1 Đưa lò xo vào bản vẽ

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào chi tiết.

Môi trường làm việc để đưa lò xo vào là bản lắp ghép (**Assembly**). Nhấn nút **Finish** trong hộp thoại chính để đưa mỗi ghép vào bản thiết kế. Hộp thoại hiện ra:



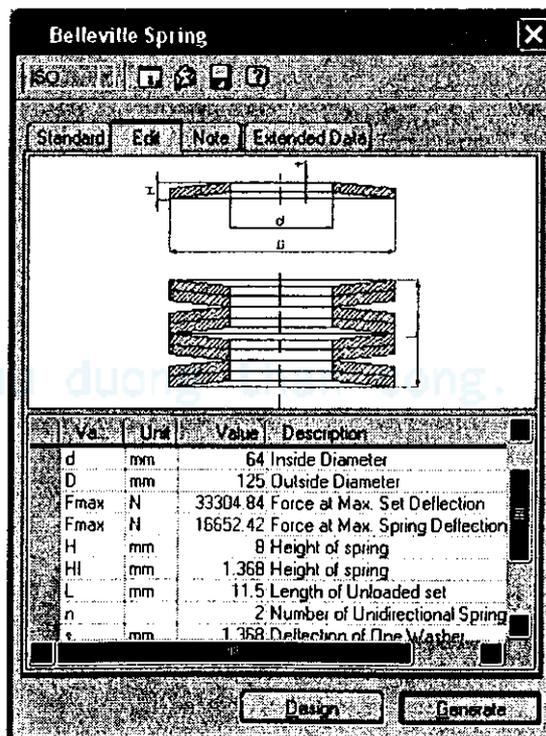
Tại đây có các loại chịu tải trọng:

Preload: trước tải.

Full Load: đủ tải.

Nhấn chọn một trong các phương án trên.

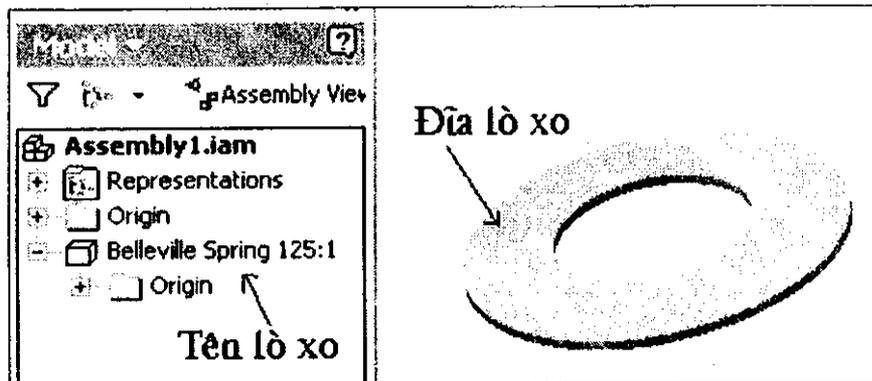
Nhấn **Edit** để xem và có thể sửa các thông số:



Tại đây những giá trị nào hiện rõ thì có thể thay đổi bằng cách gõ giá trị khác vào ô đó.
Nhấn nút **Design** để quay lại tính toán.
Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.

14.5.2 Chỉnh sửa lò xo.

Cũng giống như các đối tượng hình khối khác, hốc cũng có tên trong trình duyệt.



Nhấn phím phải chuột vào tên then cần sửa, chọn **Edit**, việc chỉnh sửa giống như các chi tiết khác.

cuu duong than cong. com

cuu duong than cong. com

CHƯƠNG 15

THIẾT KẾ Lò XO NÉN - COMPRESSION SPRING

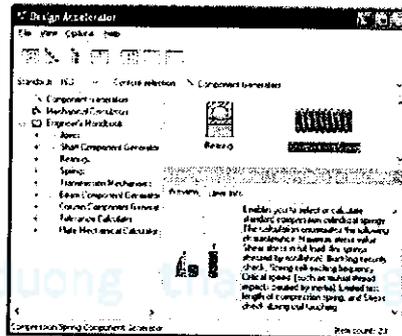
Phần này tính toán thiết kế lò xo nén. Cho phép chọn lựa hoặc tính toán các lò xo nén hình trụ chuẩn. Tính toán bao gồm các đặc tính sau đây: Trị số ứng suất cực đại, ứng suất cắt ở trạng thái chịu tải toàn phần, (với lò xo chịu ứng suất dao động), kiểm tra độ an toàn chịu tải dọc trục, tần số tự kích thích của lò xo, vận tốc tối hạn, (chẳng hạn như do va đập theo quán tính), độ dài thử giới hạn của lò xo nén, và kiểm tra ứng suất trong quá trình tiếp xúc giữa các vòng.

Lò xo nén là một lò xo có khoảng cách cố định giữa các vòng dây làm việc, có khả năng chịu tải ngoại lực tác động theo hướng trục của nó.

Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 12 - Phần I**.

15.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

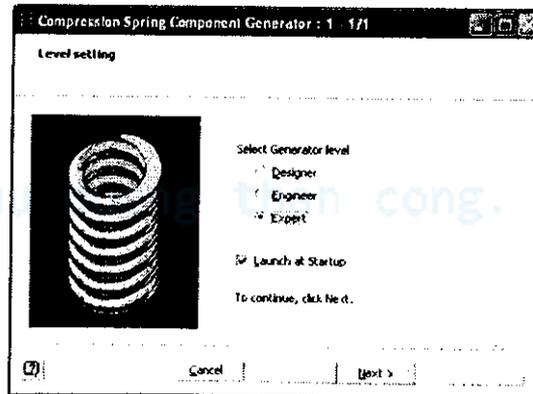
Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:



Tại ô **Standard** nhấn nút \blacktriangledown chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Hộp thoại hiện ra:



Tại đây chọn mức độ sử dụng:

Designer - nhà thiết kế.

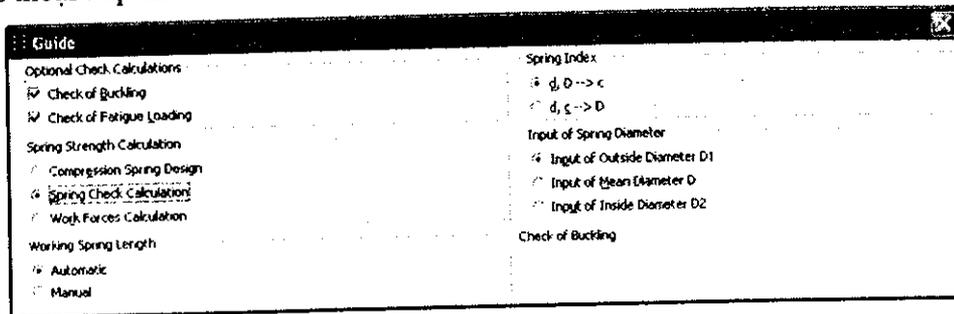
Engineer - kỹ sư.

⊙ **Expert** - chuyên gia.

Chọn ⊙ **Expert** - chuyên gia, sẽ có đầy đủ các thông số để tính toán thiết kế.

Nhấn **Next** để tiếp tục.

Hộp thoại tiếp theo:



Đây là hộp thoại để chọn các điều kiện ban đầu (mục tiêu) cho tính toán thiết kế.

Bảng này tồn tại song song với bảng nhập số liệu và tính toán. Mỗi lần thay đổi các tiêu chí tại bảng này, bảng nhập số liệu thay đổi theo để phù hợp với lựa chọn.

Nếu không thấy bảng này xuất hiện, có hai cách để hiển thị:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Guide**

Thanh công cụ:

15.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

Từ hộp thoại trên chúng ta chọn các mục tiêu tính toán như sau:

Nhóm Optional Check Calculations - phương án tính kiểm tra

Có hai phương án tính kiểm tra, có thể chọn một hoặc cả hai phương án cùng lúc.

Check of Buckling: kiểm tra sự uốn dọc.

Check of Fatigue Loading: kiểm tra tải trọng mỏi.

Nhóm Spring Strength Calculations - tính toán sức bền của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

⊙ **Compression Spring Design:** thiết kế lò xo.

⊙ **Spring Check Calculation:** tính toán kiểm tra.

⊙ **Work Forces Calculation:** tính toán lực tác dụng.

Mỗi mục tiêu tính toán tại đây sẽ dẫn đến sự thay đổi việc nhập số liệu tại các nhóm khác. Chúng ta sẽ nghiên cứu cho từng trường hợp tại phần nhập số liệu và tính toán dưới đây.

Nhóm Working Spring Length - độ dài làm việc của lò xo

Chọn một trong hai cách cho độ dài như sau:

⊙ **Automatic:** độ dài tự động tính ra.

⊙ **Manual:** cho giá trị trực tiếp.

Nhóm Spring Index - chỉ số của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

⊙ **d, D -> c:** cho d, D tính c.

⊙ **d, c -> D:** cho d, c tính D.

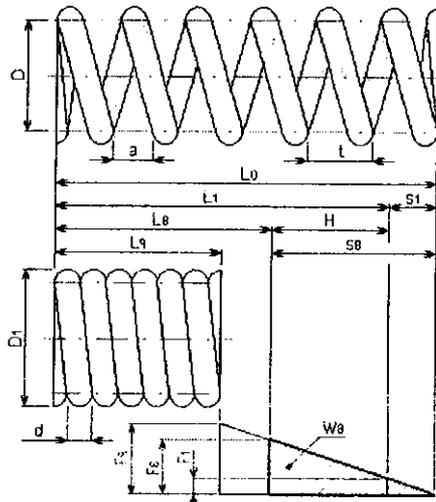
c - chỉ số của lò xo được tính theo công thức: $c = D/d$. D và d là các đường kính lò xo và đường kính tiết diện dây lò xo (xem hình vẽ).

Nhóm Input Spring Diameter - cho đường kính

Các phương án nhập đường kính như sau:

- ⊙ Input of Outside Diameter D1: nhập đường kính ngoài cùng.
- ⊙ Input of Mean Diameter D: nhập đường kính trung bình.
- ⊙ Input of Inside Diameter D2: nhập đường kính trong.

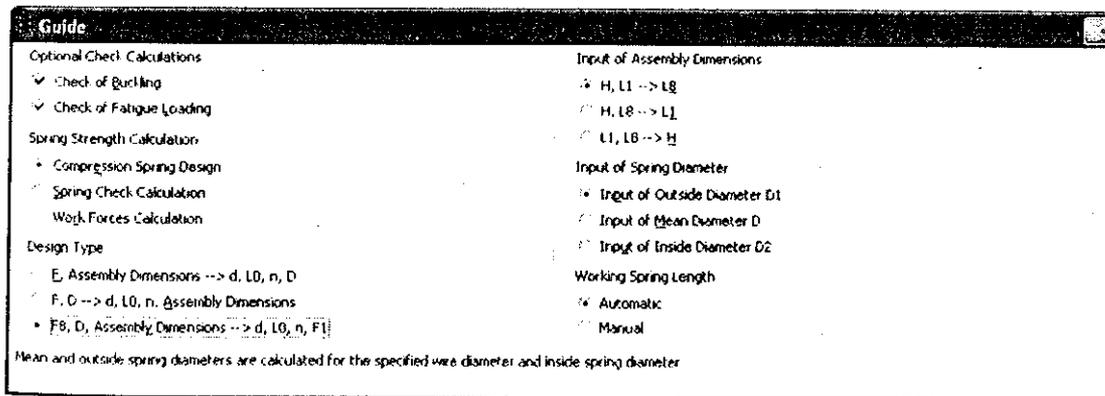
Chúng ta nghiên cứu từng trường hợp một.
Dưới đây là hình minh họa các kích thước của lò xo



Hình 1

15.2.1 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Compression Spring Design - thiết kế lò xo nén.

Tại hộp thoại **Guide** chọn ⊙ **Compression Spring Design**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm mới thêm vào như sau:

15.2.1.1 Design Type - dạng thiết kế

Nhấn chọn một trong các dạng sau:

- ⊙ **F, Assembly Dimensions** —> **d, L0, n, D**: cho tải trọng **F**, các kích thước cần thiết, tính **d, L0, n, D**. Các kích thước này được minh họa trên hình 1.

Các tham số cho phương án này được hiện ra:

Design of Spring Diameter

- Diameter Value is not Limited
- Minimum Allowable Diameter Value is Specified
- Maximum Allowable Diameter Value is Specified
- Allowable Diameter Range is Specified

Required Mean Diameter

D' 20 mm

Allowable Deviation

5 %

Trong này lại có các phương án cho đường kính :

- ⊙ Diameter Value is not Limited: giá trị đường kính không hạn chế.
- ⊙ Minimum Allowable Diameter Value is Specified: cho giá trị nhỏ nhất của đường kính. Ô nhập giá trị đường kính trong nhỏ nhất hiện ra.

Minimum Allowable Diameter Value is Specified

Min. Inside Diameter

D2min 0.8 mm

- ⊙ Maximum Allowable Diameter Value is Specified: cho giá trị lớn nhất của đường kính. Ô nhập giá trị đường kính ngoài lớn nhất hiện ra.

Maximum Allowable Diameter Value is Specified

Max. Outside Diameter

D1max 200 mm

- ⊙ Allowable Diameter Range is Specified: cho khoảng xác định của đường kính.

Allowable Diameter Range is Specified

Required Mean Diameter

D' 20 mm

Allowable Deviation

5 %

Các ô được kích hoạt là:

Required Mean Diameter: đường kính trung bình.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

- ⊙ F, D → d, L0, n, Assembly Dimensions: cho tải trọng F, D, tính d, L0, n, các kích thước cần thiết. Các kích thước này được minh họa trên hình 1.

Các tham số cho phương án này được hiện ra:

Design of Working Deflection

- Value of Working Deflection is not Limited
- Min. Value of Working Deflection Specified
- Max. Value of Working Deflection Specified
- Allow. Range of Working Deflection Specified

- ⊙ Value of Working Deflection is not Limited: giá trị độ cong (biến dạng) không hạn chế.

- ⊙ Min. Value of Working Deflection is Specified: cho giá trị nhỏ nhất của giá trị độ cong (biến dạng). Ô nhập giá trị hiện ra.

Min. Value of Working Deflection Specified

Min. Working Deflection

Hmin 0.1 mm

⊙ Max. Value of Working Deflection is Specified: cho giá trị lớn nhất của giá trị độ cong (biến dạng). Ô nhập giá trị hiện ra.

⊙ Max. Value of Working Deflection Specified:

Max. Working Deflection Hmax 100 mm

⊙ Allowable Range of Working Deflection Specified: cho khoảng xác định của giá trị độ cong (biến dạng).

⊙ Allow. Range of Working Deflection Specified:

Required Working Deflection H' 25 mm
Allowable Deviation 5 %

Các ô được kích hoạt là:

Required Working Deflection : độ cong cần thiết.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

⊙ F8, D, Assembly Dimensions --> d, L0, n, F1: cho tải trọng F8, D, các kích thước cần thiết, tính d, L0, n, F1. Các kích thước này được minh họa trên hình 1.

Các tham số cho phương án này được hiện ra:

Input of Spring Diameter

Input of Outside Diameter D1

Input of Mean Diameter D

Input of Inside Diameter D2

Chọn một trong các phương án:

⊙ Input of Outside Diameter D1: cho giá trị đường kính ngoài.

⊙ Input of Mean Diameter D: cho giá trị đường kính trung bình.

⊙ Input of Inside Diameter D2: cho giá trị đường kính trong.

15.2.1.2 Input of Assembly Dimensions - cho tổ hợp các kích thước

Tại đây có các phương án cho giá trị:

⊙ H, L1 -> L8.

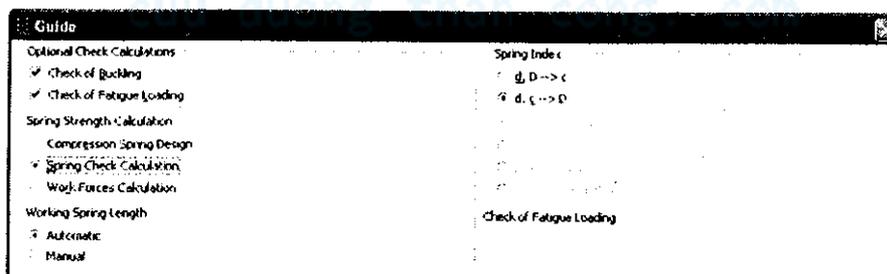
⊙ H, L8 -> L1.

⊙ L1, L8 -> H.

Các kích thước này được minh họa tại hình 1.

15.2.2 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Spring Check Calculation - tính kiểm tra lò xo nén

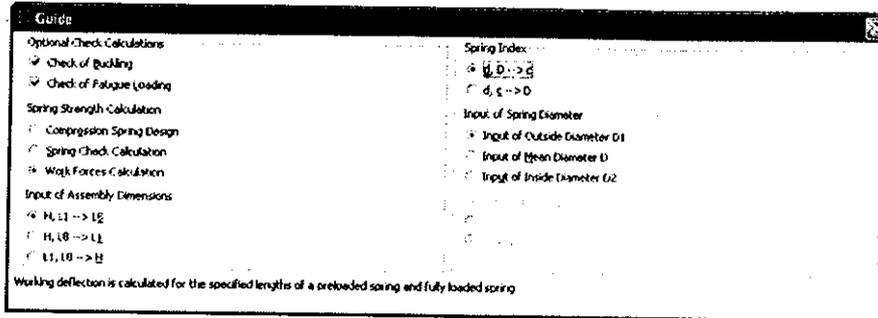
Tại hộp thoại Guide chọn ⊙ Spring Check Calculation. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Trong hộp thoại có nhóm Spring Index như đã giới thiệu ở trên.

15.2.3 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Working Factors Calculation - tính các hệ số làm việc.

Tại hộp thoại **Guide** chọn **Working Factors Calculation**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm chọn phương án cũng đã được giới thiệu tại các phần trên. Chúng ta nghiên cứu tiếp hộp thoại nhập số liệu để tính toán theo các mục tiêu đã chọn.

15.3 NHẬP SỐ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN

Hình 1 minh họa các kích thước cần tính toán của lò xo nén. Việc nhập số liệu để tính toán được trình bày theo phương thức: Các ô nhập số liệu được kích hoạt phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Trong hộp thoại để tính toán thiết kế có các mục:

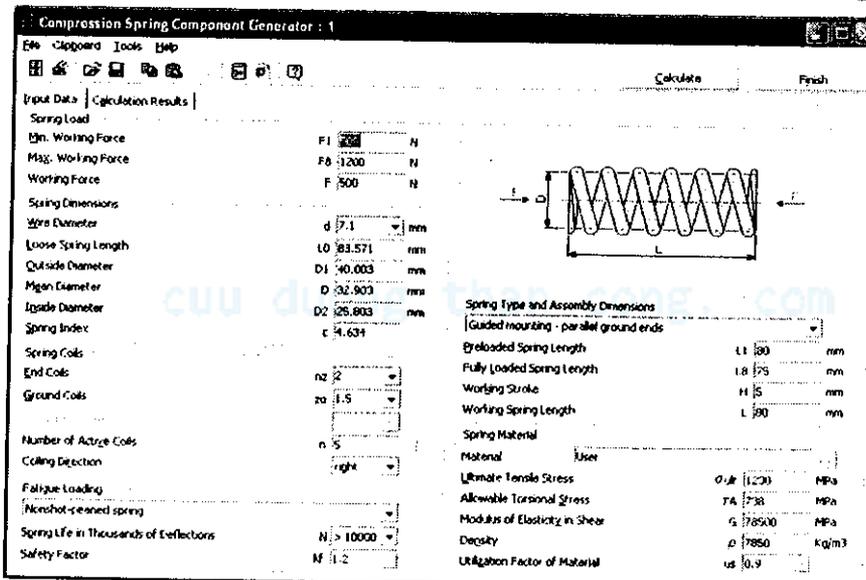
Input Data - nhập số liệu.

Calculation Results - kết quả tính toán.

Chúng ta nghiên cứu từng mục.

15.3.1 Nhập số liệu - Input Data

Với mục tiêu tính toán đã chọn, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có dạng:



Nhóm Spring Load - tải trọng lò xo.

Trong này có các tham số được nhập số liệu theo các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.

Min. Force **F1**: lực nhỏ nhất. Gõ số.

Max. Force **F8**: lực lớn nhất. Gõ số.

Working Force **F**: lực tác dụng.

Các ô này không được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn **⊙ Working Factors Calculation**.

Nhóm Spring Dimensions - kích thước lò xo

Các kích thước này cũng phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Ô nào bị mờ đi là kết quả tính được.

Spring Dimensions	
Wire Diameter	d 7.1 mm
Loose Spring Length	L0 83.571 mm
Outside Diameter	D1 40.003 mm
Mean Diameter	D 32.903 mm
Inside Diameter	D2 25.803 mm
Spring Index	c 4.634

Wire Diameter **d**: đường kính tiết diện dây lò xo. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn các giá trị có sẵn.

Loose Spring Length **L0**: độ dài lò xo lúc không bị nén. Gõ số.

Outside Diameter **D1**: đường kính ngoài. Gõ số.

Mean Diameter **D**: đường kính trung bình.

Inside Diameter **D2**: đường kính trong.

Spring Index: **c**: chỉ số của lò xo.

Nếu các giá trị không phù hợp, các số có màu đỏ.

Nhóm Spring Coils - các tham số của ống xoắn

Các kích thước này cũng phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Ô nào bị mờ đi là kết quả tính được.

Spring Coils	
End Coils	nz 1
Ground Coils	zo 0
Rounding of Coil Number	1
Number of Active Coils	n 24
Coiling Direction	right

End Coils **nz**: số đầu dây. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn các giá trị có sẵn.

Ground Coils **zo**: vòng đáy. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn các giá trị có sẵn.

Rounding of Coil number: số vòng được làm tròn số.

Number of Active Coils **n**: số vòng làm việc.

Coiling Direction: chiều tạo vòng xoắn của lò xo. Nhấn nút ▼ để chọn:

right: chiều phải.

left: trái.

Nếu các giá trị không phù hợp, các số có màu đỏ.

Nhóm Fatigue Loading - tải trọng mỏi

Fatigue Loading

Nonshot-peened spring

Spring Life in Thousands of Deflections N > 10000

Safety Factor kf 1.2

Nhấn nút ▼ chọn điều kiện hoạt động của lò xo:

- Nonshot-peened Spring: lò xo không bị đập nhanh.
- Shot-peened Spring: lò xo bị đập nhanh.

Các tham số cần nhập:

Spring Life in Thousands of Deflections **N**: tuổi thọ trong hàng ngàn lần bị cong (biến dạng). Gõ số.

Safety Factor **kf**: hệ số an toàn. Gõ số hoặc nhấn nút để tham khảo các hệ số cho phép:

Recommended Value of Safety Factor at the Fatigue L...

Khoảng chấp nhận

Safety Factor kf 1.25

OK

Cancel

Tại đây, vạch đen là khoảng các giá trị chấp nhận được. Dùng thanh trượt để kéo thay đổi giá trị. Giá trị được hiển thị trong ô kf. Nhấn nút **OK** chấp nhận giá trị đã chọn.

Nhóm Spring Type and Assembly Dimensions - kiểu lò xo và các kích thước lắp ráp

Spring Type and Assembly Dimensions

Guided mounting - parallel ground ends

Preloaded Spring Length L1 80 mm

Fully Loaded Spring Length LB 75 mm

Working Stroke H 5 mm

Working Spring Length L 80 mm

Nhấn nút ▼ để chọn kiểu lò xo:

Guided mounting-parallel ground ends: kiểu có giá đỡ - các vòng đầu cuối song song.

Variable mounting: giá đỡ khác nhau.

Các tham số khác như sau:

Preloaded Spring Length **L1**: chiều dài chịu tải ban đầu. Gõ số.

Fully Loaded Spring Length **LB**: chiều dài đủ tải.

Working Stroke **H**: bước nén. Gõ số.

Working Spring Length **L**: chiều dài làm việc của lò xo. Gõ số.

Nhóm Spring Material - vật liệu lò xo

Ô Material mặc định là User, người dùng nhập các tham số của vật liệu:

Spring Material			
Material	User	...	
Ultimate Tensile Stress	σ_{ult}	1230	MPa
Allowable Torsional Stress	τ_A	738	MPa
Modulus of Elasticity in Shear	G	78500	MPa
Density	ρ	7850	Kg/m ³
Utilization Factor of Material	us	0.9	

Ultimate Tensile Stress: ứng suất căng cơ bản. Gõ số.
 Allowable Torsional Stress: ứng suất xoắn cho phép. Gõ số.
 Modulus of Elasticity in Shear: mô đun đàn hồi tại chỗ biến dạng. Gõ số.
 Density: mật độ. Gõ số.

Utilization Factor of Material: hệ số sử dụng của vật liệu. Gõ số hoặc nhấn nút để tham khảo các hệ số cho phép:

Recommended Value of Material Utilization Factor

Khoảng chấp nhận

Utilization Factor of Material us 0.87

OK

Cancel

Tại đây, vạch đen là khoảng các giá trị chấp nhận được. Dùng thanh trượt để kéo thay đổi giá trị. Giá trị được hiển thị trong ô us. Nhấn nút **OK** chấp nhận giá trị đã chọn.

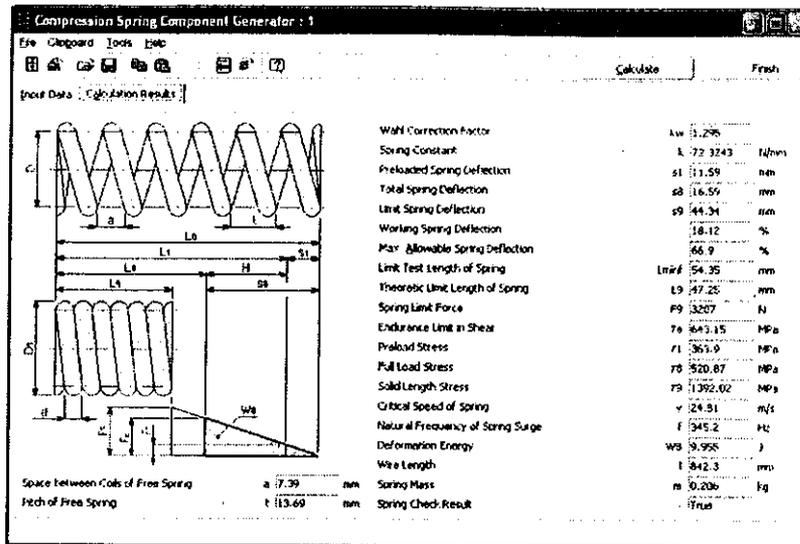
Nếu nhấn nút bảng vật liệu hiện ra như sau:

Material	Ro [MPa]	G [MPa]	Coeff	SigmaUlt47 [MPa]
1 Drawn patented - Carbon steel - 1st class	7850	80500	0.5	1570
2 Drawn patented - Carbon steel - 2nd class	7850	80500	0.5	1470
3 Drawn patented - Carbon steel - 3rd class	7850	80500	0.5	1390
4 Drawn patented - Carbon steel - 4th class	7850	80500	0.5	1390
5 Drawn patented - Carbon steel - 5th class	7850	80500	0.5	1070
6 Heat treated wire carbon steel	7850	78500	0.6	1240
7 Heat treated wire - Steel Si-Cr (14 260)	7850	78500	0.6	1720
8 Annealed wire - Steel Si-Cr (14 260)	7850	78500	0.6	1420
9 Heat treated wire - Steel Mn-Cr-V (15 260)	7850	78500	0.6	1420
10 Annealed wire - Steel Mn-Cr-V (15 260)	7850	78500	0.6	1310
11 Drawn wire - Stainless steel Cr-Ni (17 242)	7850	68500	0.5	1270
12 Drawn tin bronze (42 3016 and 42 3018)	8800	41500	0.45	125
13 Drawn brass (42 3210 and 42 3213)	8500	34500	0.45	89

Tìm vật liệu, đánh dấu, nhấn nút để khẳng định vật liệu được chọn. Khi đó các tham số tương ứng với vật liệu sẽ hiện ra.

15.3.2 Kết quả tính toán - Calculation Results

Hộp thoại có dạng:



Các kết quả như sau:

- Space between Coils of Free Spring **a**: khoảng cách giữa các vòng của lò xo không tải.
- Pitch of of Free Spring **t**: bước lò xo không tải.
- Wahl Correction Factor **K_w**: hệ số dịch chỉnh Wahl.
- Spring Constant **k**: hằng số của lò xo.
- Preloaded Spring Deflection **s1**: độ cong trước tải.
- Total Spring Deflection **s8**: độ cong tổng.
- Limit Spring Deflection **s9**: độ cong giới hạn.
- Working Spring Deflection: độ cong làm việc.
- Max. Allowable Spring Deflection: độ cong cho phép lớn nhất.
- Limit Test Length of Spring **Lminf**: chiều dài giới hạn thử tải.
- Theoretic Limit Length of Spring **L9**: chiều dài giới hạn lý thuyết.
- Spring Limit Force **F9**: lực giới hạn của lò xo.
- Endurance Limit in Shear **tau_e**: sức bền mỏi giới hạn tại chỗ biến dạng.
- Preload Stress **tau1**: ứng suất trước tải.
- Full Load Stress **tau8**: ứng suất đủ tải.
- Solid Length Stress **tau9**: ứng suất chiều dài cố định.
- Critical Speed of Spring **v**: vận tốc tới hạn của lò xo.
- Natural Frequency of Spring Surge **f**: tần số xuất hiện tự nhiên sự dâng lên của lò xo.
- Deformation Energy **w8**: công biến dạng.
- Wire Length **l**: độ dài dây lò xo.
- Spring Mass **m**: khối lượng lò xo.
- Spring Check Result: kết quả tính kiểm tra. Tại đây hiện giá trị **True** (tốt) hoặc **False** (không an toàn).

Nếu các kết quả có dấu là bị sai, phải nhập số liệu lại.

15.4 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

15.4.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

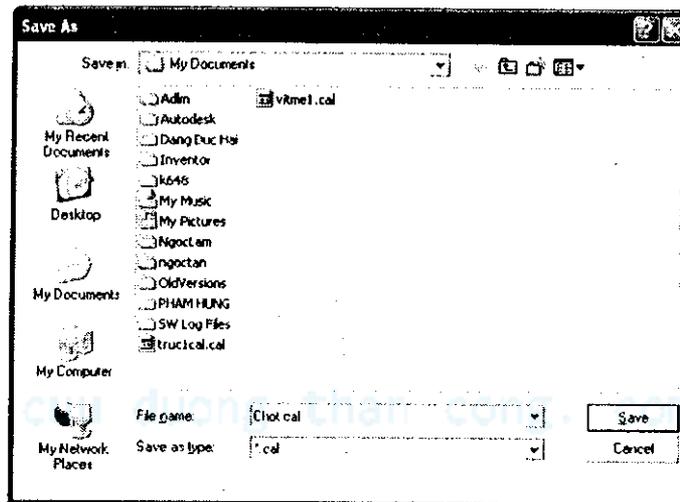
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

15.4.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: **File** ⇒ **Save as**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



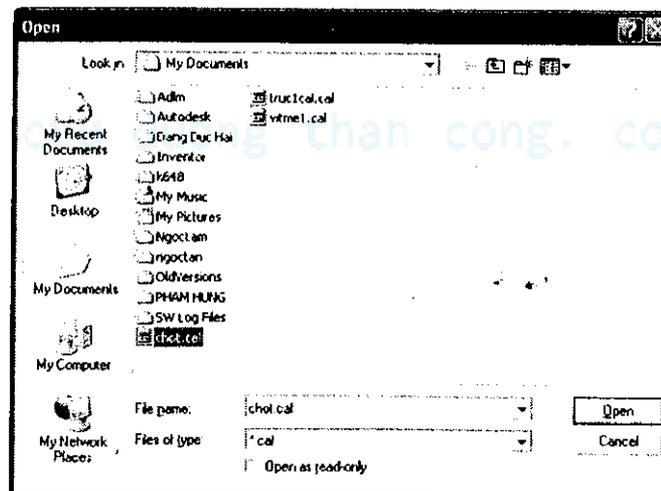
Tại File name: cho tên tệp. Phân mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

15.4.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇒ **Open**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp. Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

15.4.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

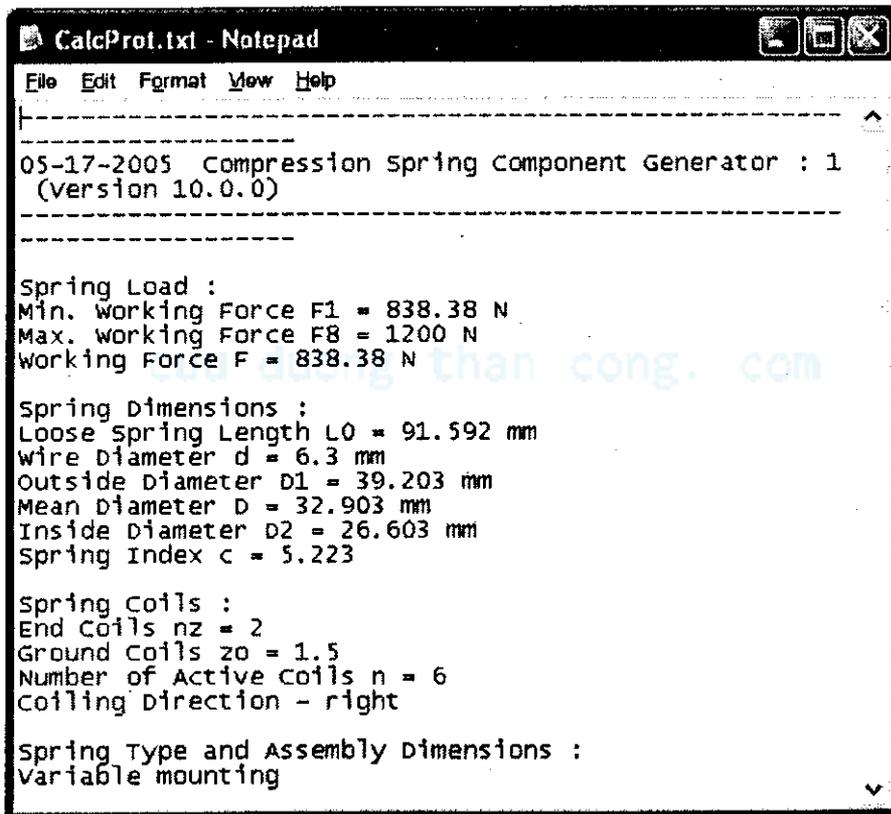
Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web. Trong hộp thoại, dùng lệnh:

15.4.2.1 Xuất thành văn bản thông thường:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Create Report**

Thanh công cụ: 

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



```
CalcProt.txt - Notepad
File Edit Format View Help
-----
05-17-2005 Compression Spring Component Generator : 1
(Version 10.0.0)
-----

Spring Load :
Min. working Force F1 = 838.38 N
Max. working Force F8 = 1200 N
Working Force F = 838.38 N

Spring Dimensions :
Loose Spring Length L0 = 91.592 mm
wire diameter d = 6.3 mm
Outside Diameter D1 = 39.203 mm
Mean Diameter D = 32.903 mm
Inside Diameter D2 = 26.603 mm
Spring Index c = 5.223

Spring Coils :
End Coils nz = 2
Ground Coils z0 = 1.5
Number of Active Coils n = 6
Coiling Direction - right

Spring Type and Assembly Dimensions :
Variable mounting
```

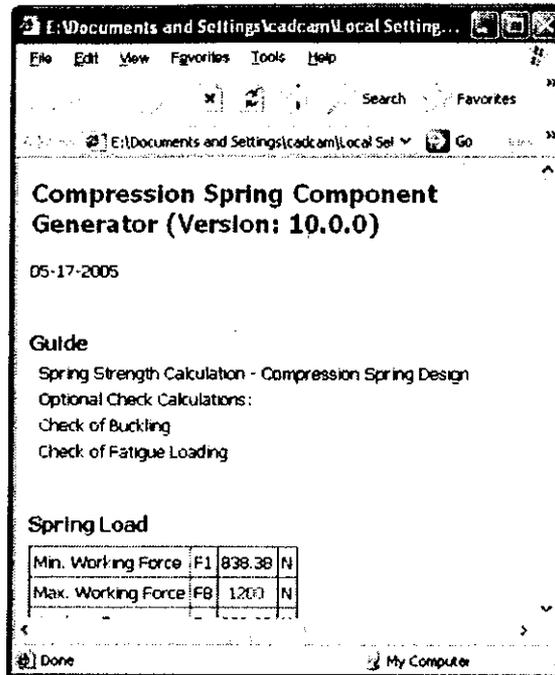
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

15.4.2.2 Xuất dưới dạng trang Web:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Create HTML Report**

Thanh công cụ: 

Kết quả như hình dưới.



Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

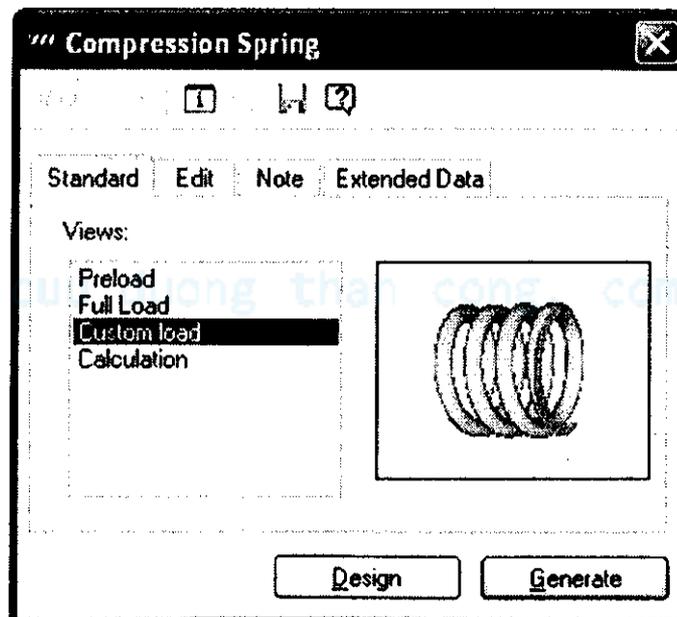
15.5 ĐƯA CHI TIẾT VÀO BẢN VẼ

15.5.1 Đưa lò xo vào bản vẽ

Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào chi tiết.

Môi trường làm việc để đưa lò xo vào là bản lắp ghép (**Assembly**). Nhấn nút **Finish** trong hộp thoại chính để đưa mối ghép vào bản thiết kế. Hộp thoại hiện ra:



Tại đây có các loại chịu tải trọng:

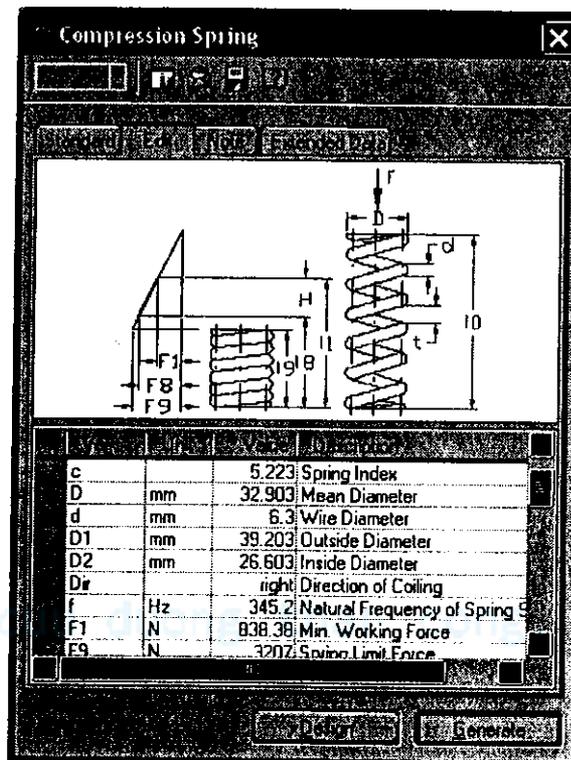
Preload: trước tải.

Full Load: đủ tải.

Custom Load: tải tùy ý.

Nhấn chọn một trong các phương án trên.

Nhấn **Edit** để xem và có thể sửa các thông số:



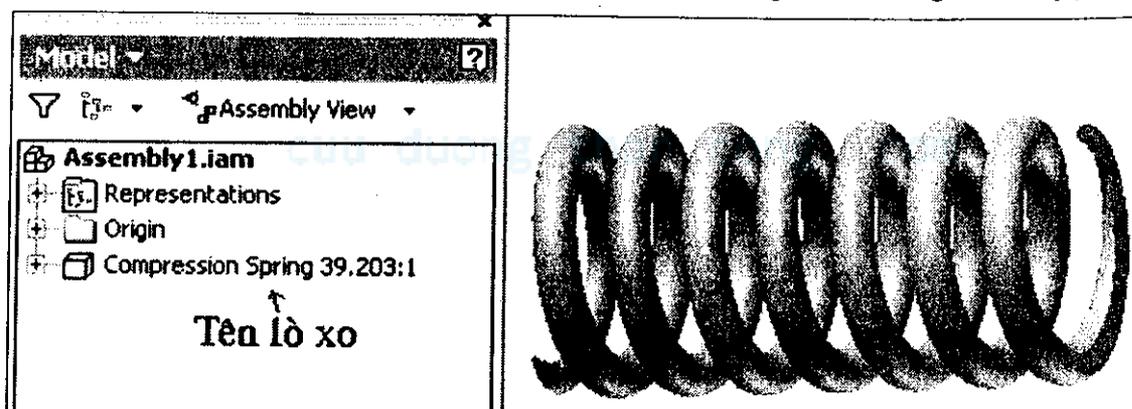
Tại đây những giá trị nào hiện rõ thì có thể thay đổi bằng cách gõ giá trị khác vào ô đó.

Nhấn nút **Design** để quay lại tính toán.

Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.

15.5.2 Chỉnh sửa lò xo

Cũng giống như các đối tượng hình khối khác, lò xo cũng có tên trong trình duyệt.



Nhấn phím phải chuột vào tên lò xo cần sửa, chọn **Edit**. việc chỉnh sửa giống như các chi tiết khác.

CHƯƠNG 16

THIẾT KẾ Lò XO KÉO - EXTENSION SPRING

Lựa chọn hoặc tính toán lò xo kéo hình trụ chuẩn. Tính toán bao gồm:

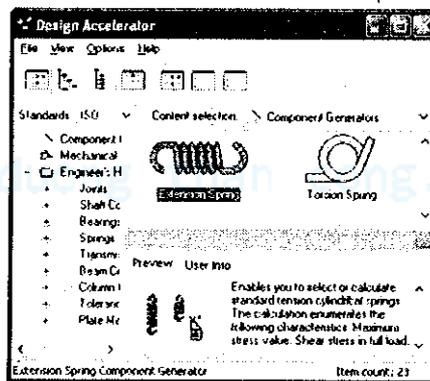
- Giá trị ứng suất lớn nhất
- Ứng suất cắt khi tải trọng toàn phần (đối với lò xo chịu ứng suất do dao động)
- Kiểm tra độ an toàn chịu xoắn
- Tần số tự kích thích của lò xo
- Vận tốc tối hạn (chẳng hạn như va đập ren do quán tính)
- Độ dài thử nghiệm hạn chế của lò xo chịu nén
- Kiểm tra ứng suất khi tiếp xúc giữa các vòng.

Lò xo kéo là một lò xo xoắn hình trụ với các vòng dây tiếp giáp với nhau có khả năng chịu ngoại lực đối tác động từng phần theo trục của nó.

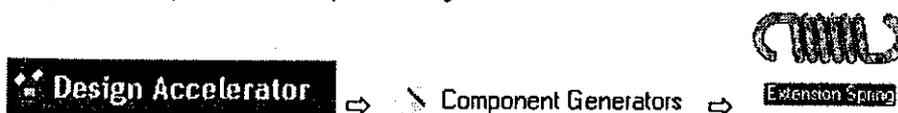
Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 12 - Phần I**.

16.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

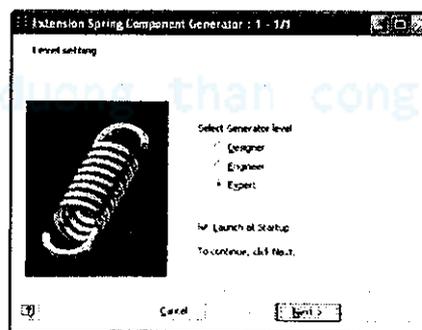
Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:



Tại ô **Standard** nhấn nút \blacktriangledown chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Hộp thoại hiện ra:



Tại đây chọn mức độ sử dụng:

Designer - nhà thiết kế.

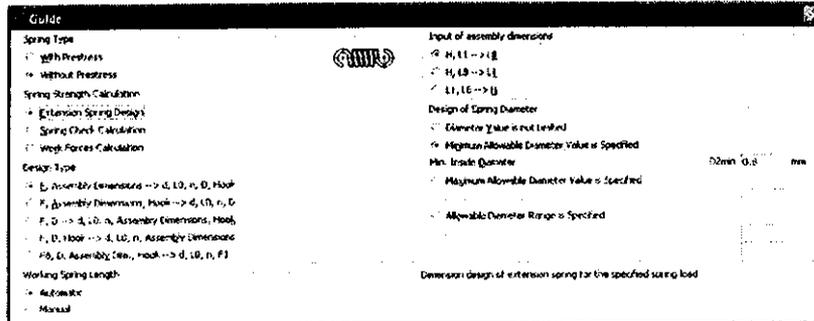
⊙ **Engineer** - kỹ sư.

⊙ **Expert** - chuyên gia.

Chọn ⊙ **Expert** - chuyên gia, sẽ có đầy đủ các thông số để tính toán thiết kế.

Nhấn **Next** để tiếp tục.

Hộp thoại tiếp theo:



Đây là hộp thoại để chọn các điều kiện ban đầu (mục tiêu) cho tính toán thiết kế.

Bảng này tồn tại song song với bảng nhập số liệu và tính toán. Mỗi lần thay đổi các tiêu chí tại bảng này, bảng nhập số liệu thay đổi theo để phù hợp với lựa chọn.

Nếu không thấy bảng này xuất hiện, có hai cách để hiển thị:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Guide**

Thanh công cụ: 

16.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

Từ hộp thoại trên chúng ta chọn các mục tiêu tính toán như sau:

Nhóm Spring Type - kiểu lò xo

Chọn một trong hai kiểu sau:

⊙ **With Prestress**: có ứng suất trước.

⊙ **Without Prestress**: không có ứng suất trước.

Nhóm Spring Strength Calculations - tính toán sức bền của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

⊙ **Extenssion Spring Design**: thiết kế lò xo.

⊙ **Spring Check Caculation**: tính toán kiểm tra.

⊙ **Work Forces Caculation**: tính toán lực tác dụng.

Mỗi mục tiêu tính toán tại đây sẽ dẫn đến sự thay đổi việc nhập số liệu tại các nhóm khác. Chúng ta sẽ nghiên cứu cho từng trường hợp tại phần nhập số liệu và tính toán dưới đây.

Nhóm Working Spring Length - độ dài làm việc của lò xo

Chọn một trong hai cách cho độ dài như sau:

⊙ **Automatic**: độ dài tự động tính ra.

⊙ **Manual**: cho giá trị trực tiếp.

Nhóm Spring Index - chỉ số của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

⊙ **d, D -> c**: cho d, D tính c.

⊙ **d, c -> D**: cho d, c tính D.

c - chỉ số của lò xo được tính theo công thức: $c = D/d$. D và d là các đường kính lò xo và đường kính tiết diện dây lò xo (xem hình vẽ).

Nhóm Input Spring Diameter - cho đường kính

Các phương án nhập đường kính như sau:

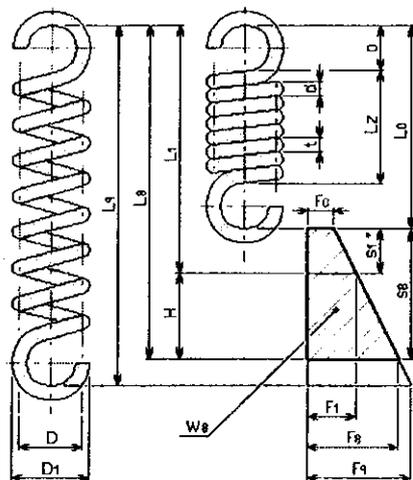
⊙ **Input of Outside Diameter D1:** nhập đường kính ngoài cùng.

⊙ **Input of Mean Diameter D:** nhập đường kính trung bình.

⊙ **Input of Inside Diameter D2:** nhập đường kính trong.

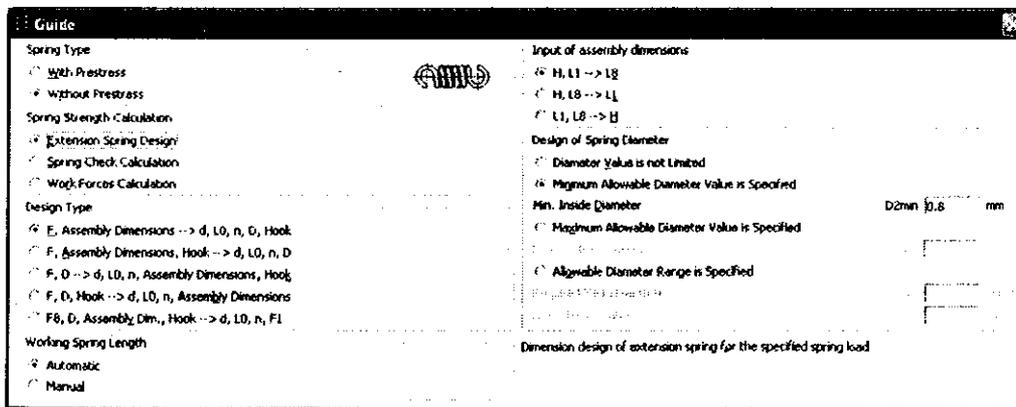
Chúng ta nghiên cứu từng trường hợp một.

Dưới đây là hình minh họa các kích thước của lò xo.



16.2.1 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Extension Spring Design - thiết kế lò xo kéo.

Tại hộp thoại **Guide** chọn ⊙ **Extension Spring Design**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm mới thêm vào như sau:

16.2.1.1 Design Type - dạng thiết kế

Nhấn chọn một trong các dạng sau:

⊙ **F, Assembly Dimensions** —> **d, L0, n, D Hook:** cho tải trọng **F**, các kích lắp ráp, tính **d, L0, n, D** và móc.

⊙ **F, Assembly Dimensions, Hook** —> **d, L0, n, D:** cho tải trọng **F**, các kích lắp ráp, móc, tính **d, L0, n, D**. Các kích thước này được minh họa trên hình 1.

Phần này giống hết trường hợp trên.

Các tham số cho phương án này được hiện ra:

Design of Spring Diameter

Diameter Value is not Limited

Minimum Allowable Diameter Value is Specified

Min. Inside Diameter mm

Maximum Allowable Diameter Value is Specified

Max. Outside Diameter mm

Allowable Diameter Range is Specified

Required Mean Diameter mm

Allowable Deviation %

Trong này lại có các phương án cho đường kính :

- ⊙ Diameter Value is not Limited: giá trị đường kính không hạn chế.
- ⊙ Minimum Allowable Diameter Value is Specified: cho giá trị nhỏ nhất của đường kính. Ô nhập giá trị đường kính trong nhỏ nhất hiện ra.

Minimum Allowable Diameter Value is Specified

Min. Inside Diameter mm

- ⊙ Maximum Allowable Diameter Value is Specified: cho giá trị lớn nhất của đường kính. Ô nhập giá trị đường kính ngoài lớn nhất hiện ra.

Maximum Allowable Diameter Value is Specified

Max. Outside Diameter mm

- ⊙ Allowable Diameter Range is Specified: cho khoảng xác định của đường kính.

Allowable Diameter Range is Specified

Required Mean Diameter mm

Allowable Deviation %

Các ô được kích hoạt là:

Required Mean Diameter: đường kính trung bình.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

- ⊙ F, D → d, L0, n, Assembly Dimensions, Hook: cho tải trọng F, D, tính d, L0, n, các kích thước lắp ráp, móc.

- ⊙ F, D, Hook → d, L0, n, Assembly Dimensions: cho tải trọng F, D, móc, tính d, L0, n, các kích thước lắp ráp. Các kích thước này được minh họa trên hình vẽ.

Hai phương án này có các tham số nhập vào giống nhau

Các tham số cho phương án này được hiện ra:

Design of Working Deflection

Value of Working Deflection is not Limited

Min. Value of Working Deflection Specified

Min. Working Deflection mm

Max. Value of Working Deflection Specified

Max. Working Deflection mm

Allow. Range of Working Deflection Specified

Min. Working Deflection mm

Max. Working Deflection mm

⊙ Value of Working Deflection is not Limited: giá trị độ cong (biến dạng) không hạn chế.

⊙ Min. Value of Working Deflection is Specified: cho giá trị nhỏ nhất của giá trị độ cong (biến dạng). Ô nhập giá trị hiện ra.

⊙ Min. Value of Working Deflection Specified

Min. Working Deflection

Hmin mm

⊙ Max. Value of Working Deflection is Specified: cho giá trị lớn nhất của giá trị độ cong (biến dạng). Ô nhập giá trị hiện ra.

⊙ Max. Value of Working Deflection Specified

Max. Working Deflection

Hmax mm

⊙ Allowable Range of Working Deflection Specified: cho khoảng xác định của giá trị độ cong (biến dạng).

⊙ Allow. Range of Working Deflection Specified

Required Working Deflection

H' mm

Allowable Deviation

%

Các ô được kích hoạt là:

Required Working Deflection : độ cong cần thiết.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

⊙ F8, D, Assembly- Dim, Hook --> d, L0, n, F1: cho tải trọng F8, D, các kích thước lắp ráp, móc, tính d, L0, n, F1. Các kích thước này được minh họa trên hình vẽ.

Các tham số cho phương án này được hiện ra:

Input of Spring Diameter

Input of Outside Diameter D1

Input of Mean Diameter D

Input of Inside Diameter D2

Chọn một trong các phương án:

⊙ Input of Outside Diameter D1: cho giá trị đường kính ngoài.

⊙ Input of Mean Diameter D: cho giá trị đường kính trung bình.

⊙ Input of Inside Diameter D2: cho giá trị đường kính trong.

16.2.1.2 Input of Assembly Dimensions - cho tổ hợp các kích thước

Tại đây có các phương án cho giá trị:

⊙ H, L1 -> L8.

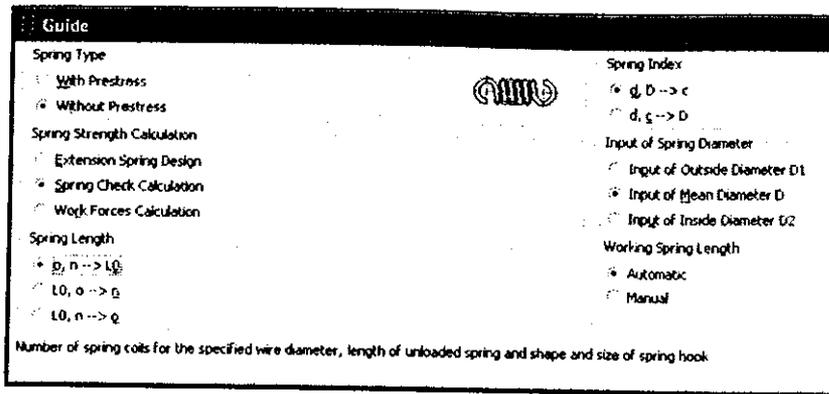
⊙ H, L8 -> L1.

⊙ L1, L8 -> H.

Các kích thước này được minh họa tại hình vẽ.

16.2.2 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Spring Check Calculation - tính kiểm tra lò xo kéo.

Tại hộp thoại **Guide** chọn ⊙ **Spring Check Calculation**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Trong hộp thoại có nhóm Spring Index như đã giới thiệu ở trên.

Nhóm Spring Length - độ dài lò xo

Có các phương án nhập số liệu vào và kết quả tính được:

⊙ o, n -> L0.

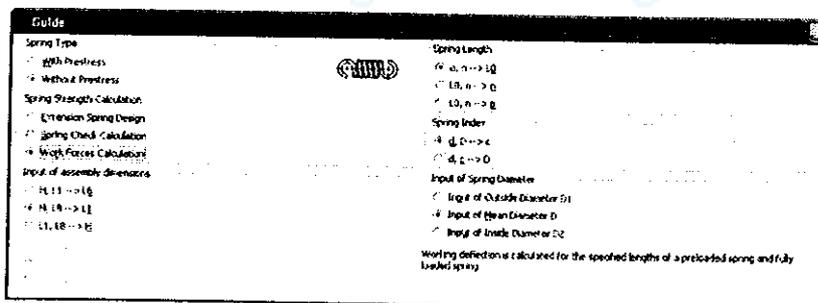
⊙ L0, o -> n.

⊙ L0, n -> o.

Các kích thước này được minh họa tại hình vẽ.

16.2.3 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Working Factors Calculation - tính các hệ số làm việc.

Tại hộp thoại **Guide** chọn ⊙ **Working Factors Calculation**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm chọn phương án cũng đã được giới thiệu tại các phần trên.

Chúng ta nghiên cứu tiếp hộp thoại nhập số liệu để tính toán theo các mục tiêu đã chọn.

16.3 NHẬP SỐ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN

Hình vẽ minh họa các kích thước cần tính toán của lò xo kéo.

Việc nhập số liệu để tính toán được trình bày theo phương thức:

Các ô nhập số liệu được kích hoạt phụ thuộc vào mục tiêu tính toán.

Trong hộp thoại để tính toán thiết kế có các mục:

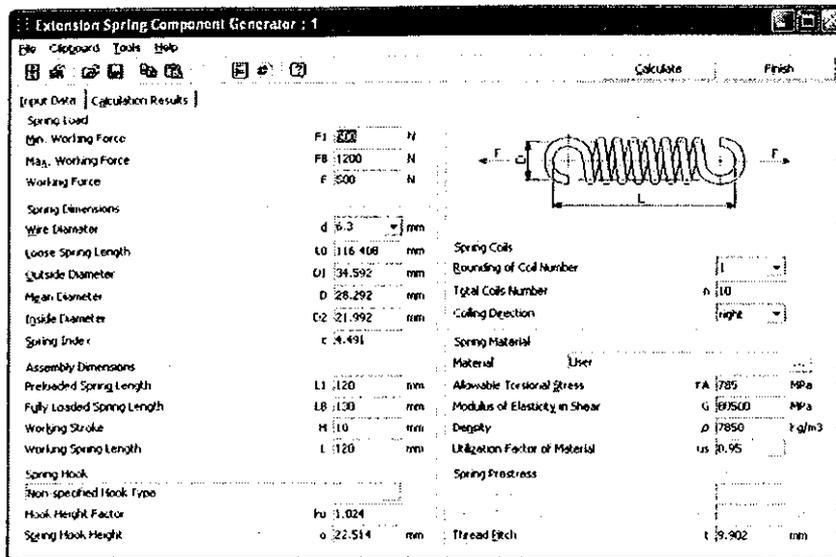
Input Data - nhập số liệu.

Calculation Results - kết quả tính toán.

Chúng ta nghiên cứu từng mục.

16.3.1 Nhập số liệu - Input Data

Với mục tiêu tính toán đã chọn, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có dạng:



Nhóm Spring Load - tải trọng lò xo.

Trong này có các tham số được nhập số liệu theo các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.

Min. Force **F1**: lực nhỏ nhất. Gõ số.

Max. Force **F8**: lực lớn nhất. Gõ số.

Working Force **F**: lực tác dụng.

Các ô này không được kích hoạt nếu tại hộp thoại **Guide** chọn **Working Factors Calculation**.

Nhóm Spring Dimensions - kích thước lò xo

Các kích thước này cũng phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Ô nào bị mờ đi là kết quả tính được.

Spring Dimensions	
Wire Diameter	d 7.1 mm
Loose Spring Length	L0 83.571 mm
Outside Diameter	D1 40.003 mm
Mean Diameter	D 32.903 mm
Inside Diameter	D2 25.803 mm
Spring Index	c 4.634

Wire Diameter d: đường kính tiết diện dây lò xo. Gõ số hoặc nhấn nút ▼ để chọn các giá trị có sẵn.

Loose Spring Length **L0**: độ dài lò xo lúc không bị kéo. Gõ số.

Outside Diameter **D1**: đường kính ngoài. Gõ số.

Mean Diameter **D**: đường kính trung bình.

Inside Diameter **D2**: đường kính trong.

Spring Index **c**: chỉ số của lò xo.

Nếu các giá trị không phù hợp, các số có màu đỏ.

Nhóm Assembly Dimensions - các kích thước lắp ghép

Assembly Dimensions	
Preloaded Spring Length	L1 120 mm
Fully Loaded Spring Length	L8 130 mm
Working Stroke	H 10 mm
Working Spring Length	L 120 mm

Các tham số như sau:

- Preloaded Spring Length **L1**: chiều dài không tải. Gõ số.
 Fully Loaded Spring Length **L8**: chiều dài đủ tải.
 Working Stroke **H**: bước giãn. Gõ số.
 Working Spring Length **L**: chiều dài làm việc của lò xo. Gõ số.

Các ô này được kích hoạt hay không phụ thuộc vào các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.

Nhóm Spring Hook - móc lò xo

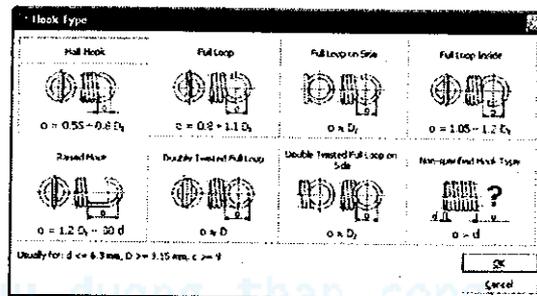
Spring Hook

Non-specified Hook Type

Hook Height Factor ko 1.024

Spring Hook Height o 22.514 mm

Mặc định là Non-Specified Hook Type: kiểu móc không xác định. Có thể nhấn nút để chọn các kiểu móc:



Nhấn trái chuột vào nút cần chọn, nhấn **OK**, trở lại hộp thoại chính.

Các tham số như sau:

Hook Height Factor **ko**: hệ số chiều cao của móc.

Spring Hook Height **o**: chiều cao của móc.

Các ô này được kích hoạt hay không phụ thuộc vào các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.

Nhóm Spring Coils - các tham số của ống xoắn

Các kích thước này cũng phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Ô nào bị mờ đi là kết quả tính được.

Spring Coils

Total Coils Number n 10

Coiling Direction right

Rounding of Coil number **n**: số vòng được làm tròn số.

Number of Active Coils: số vòng làm việc.

Coiling Direction: chiều của lò xo. Nhấn nút ▼ để chọn:

right: chiều phải.

left: trái.

Nhóm Spring Material - vật liệu lò xo

Ô Material mặc định là User, người dùng nhập các tham số của vật liệu:

Spring Material

Material

Allowable Torsional Stress τ_A MPa

Modulus of Elasticity in Shear G MPa

Density ρ Kg/m³

Utilization Factor of Material us

Allowable Torsional Stress τ_A : ứng suất xoắn cho phép. Gõ số.
 Modulus of Elasticity in Shear G : mô đun đàn hồi tại chỗ biến dạng. Gõ số.
 Density ρ : mật độ. Gõ số.
 Utilization Factor of Material us : hệ số sử dụng của vật liệu. Gõ số hoặc nhấn nút để tham khảo các hệ số cho phép:

Recommended Value of Material Utilization Factor

Utilization Factor of Material us

Tại đây, vạch đen là khoảng các giá trị chấp nhận được. Dùng thanh trượt để kéo thay đổi giá trị. Giá trị được hiển thị trong ô us . Nhấn nút **OK** chấp nhận giá trị đã chọn.

Nếu nhấn nút bảng vật liệu hiện ra như sau:

Spring Material

	Material	Ro [MPa]	G [MPa]	Coef	SigmaUlt47 [MPa]
1	Drawn patented - Carbon steel - 1st class	7850	80500	0.5	1570
2	Drawn patented - Carbon steel - 2nd class	7850	80500	0.5	1470
3	Drawn patented - Carbon steel - 3rd class	7850	80500	0.5	1390
4	Drawn patented - Carbon steel - 4th class	7850	80500	0.5	1390
5	Drawn patented - Carbon steel - 5th class	7850	80500	0.5	1070
6	Heat treated wire carbon steel	7850	78500	0.6	1240
7	Heat treated wire - Steel Si-Cr (14 260)	7850	78500	0.6	1720
8	Annealed wire - Steel Si-Cr (14 260)	7850	78500	0.6	1420
9	Heat treated wire - Steel Mn-Cr-V (15 260)	7850	78500	0.6	1420
10	Annealed wire - Steel Mn-Cr-V (15 260)	7850	78500	0.6	1310
11	Drawn wire - Stainless steel Cr-Ni (17 242)	7850	68500	0.5	1270
12	Drawn tin bronze (42 3016 and 42 3018)	8800	41500	0.45	125
13	Drawn brass (42 3210 and 42 3213)	8500	34500	0.45	89

Tim vật liệu, đánh dấu, nhấn nút để khẳng định vật liệu được chọn. Khi đó các tham số tương ứng với vật liệu sẽ hiện ra.

Nhóm Spring Prestress - ứng suất trước của lò xo

Spring Prestress

Initial Tension F_0 N

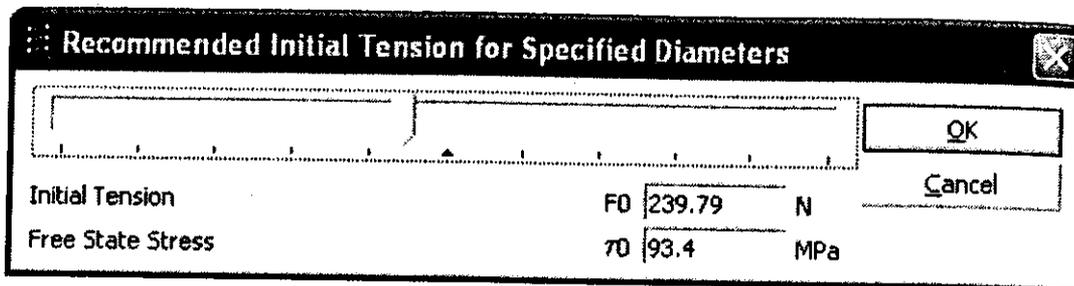
Free State Stress τ_0 MPa

Theoretic Thread Pitch t mm

Các tham số cần nhập phụ thuộc vào chọn mục tiêu tính toán:

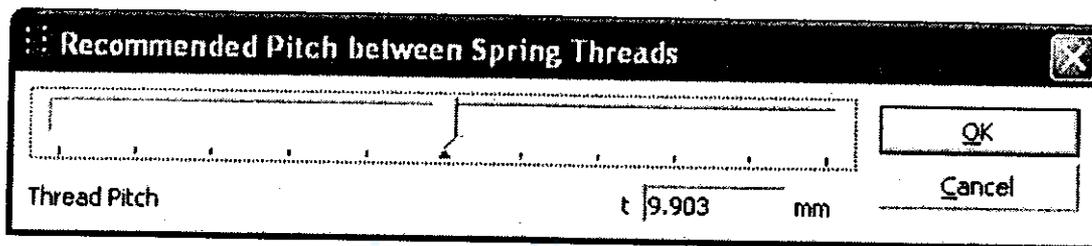
Initial Tension **F0**: sức căng ban đầu.

Free State Stress τ_0 : ứng suất trạng thái tự do. Gõ số hoặc nhấn nút , hiện ra bảng để chọn các cặp số tương ứng:



Dùng thanh trượt để kéo thay đổi giá trị. Giá trị được hiển thị trong ô tương ứng. Nhấn nút **OK** chấp nhận giá trị đã chọn.

Theoretic thread Pitch **t**: bước lò xo lý thuyết. Gõ số hoặc nhấn nút , hiện ra bảng để chọn số bằng thanh trượt:



Nhấn nút **OK** chấp nhận giá trị đã chọn.

16.3.2 Kết quả tính toán - Calculation Results

Hộp thoại có dạng:

Parameter	Value	Unit
Wahl Correction Factor	Kw	1.352
Spring Constant	k	69.9966 N/mm
Length of Coiled Part	L2	171.38 mm
Limit Spring Length	L9	141.65 mm
Preloaded Spring Deflection	s1	3.59 mm
Total Spring Deflection	s8	13.59 mm
Deflection in Limit State	s9	25.24 mm
Spring Limit Force	F9	2015.17 N
Preload Stress	r1	194.74 MPa
Full Load Stress	r8	467.39 MPa
Natural Frequency of Spring Surge	f	283.6 Hz
Deformation Energy	WB	9.844 J
Developed Wire Length without Hooks	l	1057.9 mm
Spring Mass without Hooks	m	0.259 kg
Spring Check Result		True

Các kết quả như sau:

Wahl Correction Factor	K_w : hệ số dịch chỉnh Wahl.
Spring Constant	k : hằng số của lò xo.
Length Coils Part	L_z : khoảng cách giữa các vòng của lò xo không tải.
Limit Spring Length	L_9 : chiều dài giới hạn của lò xo.
Preloaded Spring Deflection	s_1 : độ cong trước tải.
Total Spring Deflection	s_8 : độ cong tổng.
Deflection in Limit State	s_9 : độ cong giới hạn.
Spring Limit Force	F_9 : lực giới hạn của lò xo.
Preload Stress	τ_1 : ứng suất trước tải.
Full Load Stress	τ_8 : ứng suất đủ tải.
Natural Frequency of Spring Surge	f : tần số xuất hiện tự nhiên sự dâng lên của lò xo.
Deformation Energy	w_8 : công biến dạng.
Developed Wire Length Without Hooks	l : độ dài khai triển của dây lò xo
Spring Mass without Hooks	m : khối lượng lò xo không kể móc.
Spring Check Result:	kết quả tính kiểm tra. Tại đây hiện giá trị True (tốt) hoặc False (không an toàn).

Nếu các kết quả có dấu  là bị sai, phải nhập số liệu lại.

16.4 LƯU TRỮ SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

16.4.1 Lưu trữ số liệu và kết quả tính toán vào đĩa

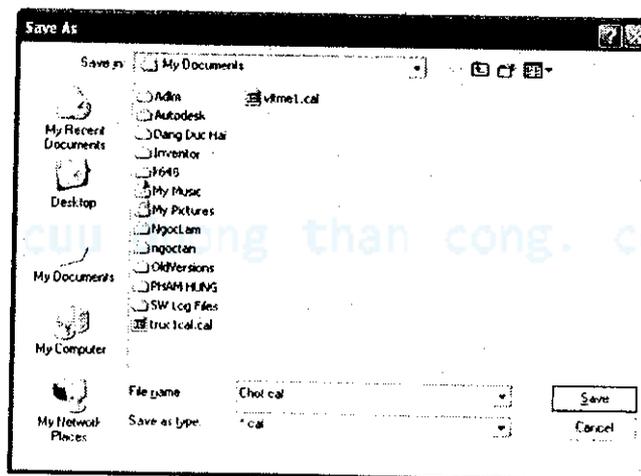
Các số liệu nhập vào có thể lưu dưới dạng tệp vào đĩa để sử dụng trong các cụm lắp ghép khác.

16.4.1.1 Lưu trữ

Trình đơn: **File** \Rightarrow **Save as**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



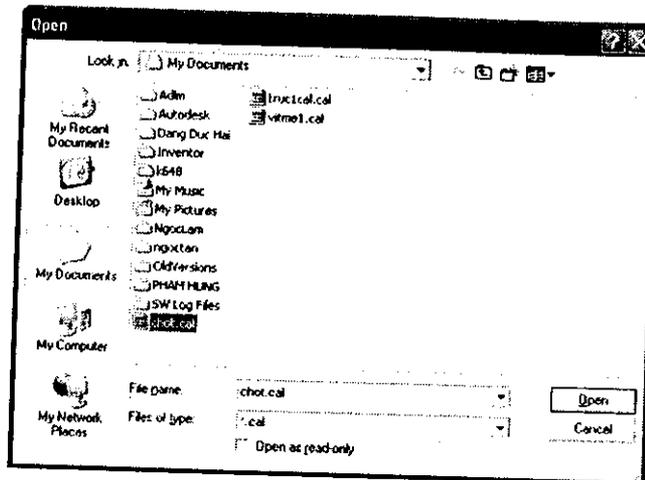
Tại File name: cho tên tệp. Phần mở rộng loại tệp này là *.cal.
Nhấn **Save** để lưu trữ.

16.4.1.2 Mở tệp số liệu đã lưu

Trình đơn: **File** ⇨ **Open**

Thanh công cụ: 

Hộp thoại xuất hiện:



Chọn tên tệp đã lưu trữ số liệu tương ứng của chi tiết đang thiết kế, nhấn **Open** mở tệp. Số liệu được áp vào các ô nhập liệu tương ứng để tính toán.

16.4.2 Tạo văn bản kết quả tính toán

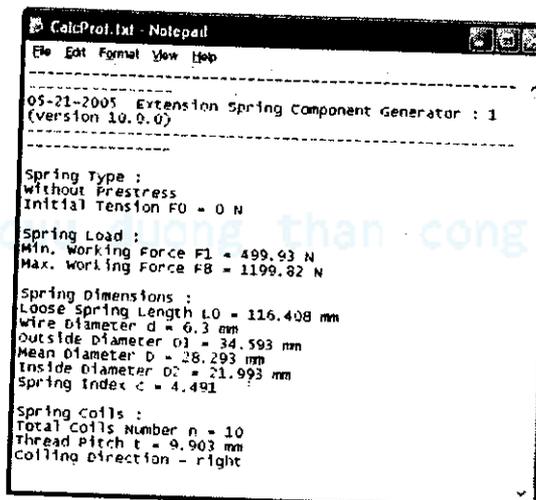
Khi đã có kết quả tính toán như ý, chúng ta có thể xuất thành văn bản để theo dõi hoặc chỉnh sửa cho vào hồ sơ. Có thể xuất ra dưới dạng văn bản thông thường hoặc dạng trang Web. Trong hộp thoại, dùng lệnh:

16.4.2.1 Xuất thành văn bản thông thường:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Create Report**

Thanh công cụ: 

Một văn bản được xuất sang dạng Text:



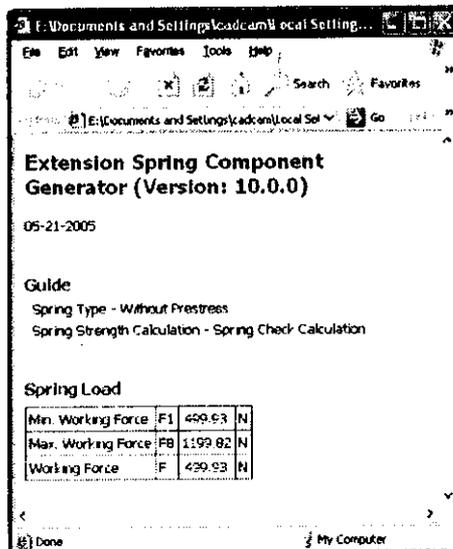
Tại đây có thể lưu vào đĩa, sao chép, chỉnh sửa v.v...

16.4.2.2 Xuất dưới dạng trang Web:

Trình đơn: **Tools** ⇒ **Create HTML Report**

Thanh công cụ:

Kết quả như hình dưới.



Có thể xem, sao chép hoặc lưu vào đĩa.

16.5 ĐƯA CHI TIẾT VÀO BẢN VẼ

16.5.1 Đưa lò xo vào bản vẽ

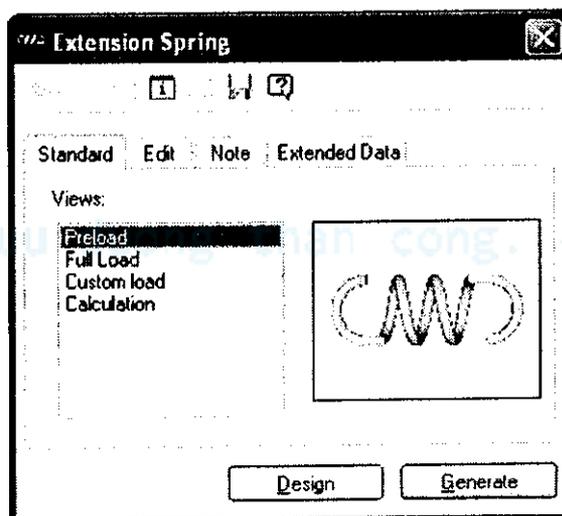
Khi đã có đầy đủ các thông số hình học cần thiết, muốn tính toán lại vẫn có thể thay đổi phương án.

Nếu không thay đổi tiến hành đưa vào chi tiết.

Môi trường làm việc để đưa lò xo vào là bản lắp ghép (**Assembly**). Nhấn nút

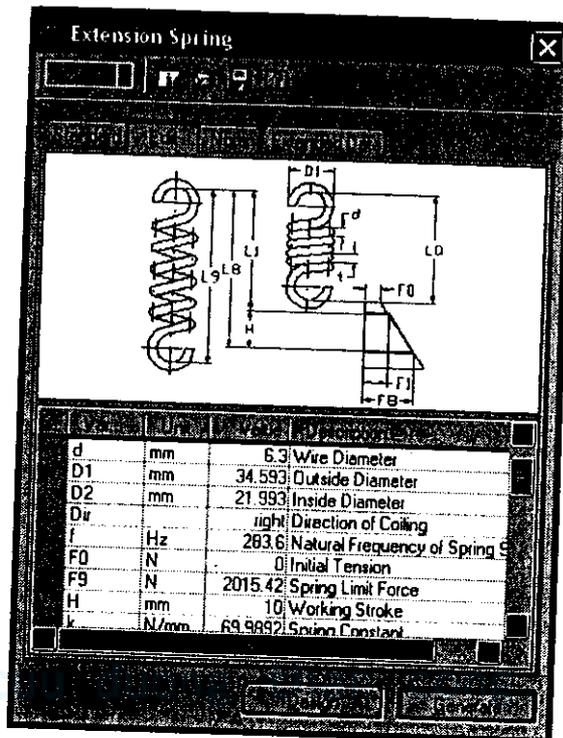
Finish

trong hộp thoại chính để đưa mối ghép vào bản thiết kế. Hộp thoại hiện ra:



Tại đây có các loại chịu tải trọng:

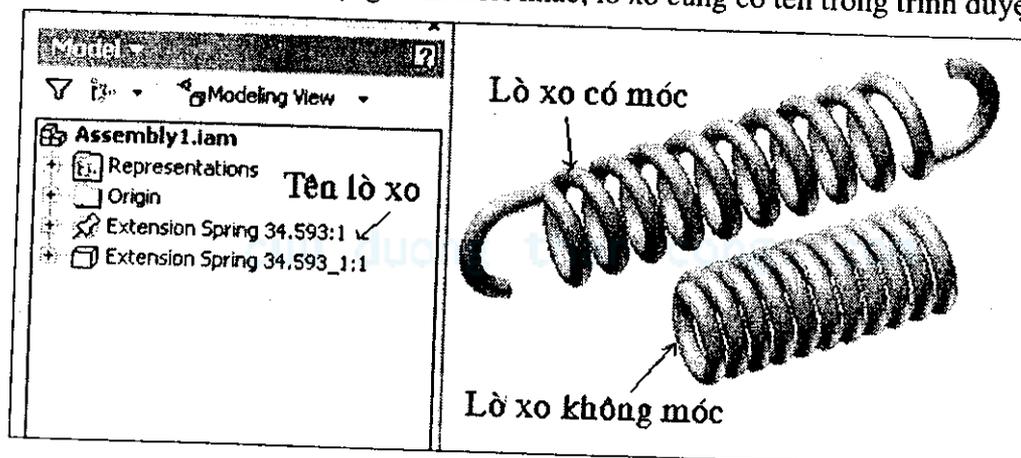
Preload: trước tải.
 Full Load: đủ tải.
 Custom Load: tải tùy ý.
 Nhấn chọn một trong các phương án trên.
 Nhấn **Edit** để xem và có thể sửa các thông số:



Tại đây những giá trị nào hiện rõ thì có thể thay đổi bằng cách gõ giá trị khác vào ô đó.
 Nhấn nút **Design** để quay lại tính toán.
 Nhấn nút **Generate** để đưa vào bản lắp.

16.5.2 Chỉnh sửa lò xo

Cũng giống như các đối tượng hình khối khác, lò xo cũng có tên trong trình duyệt.



Nhấn phím phải chuột vào tên lò xo cần sửa, chọn **Edit**. việc chỉnh sửa giống như các chi tiết khác.

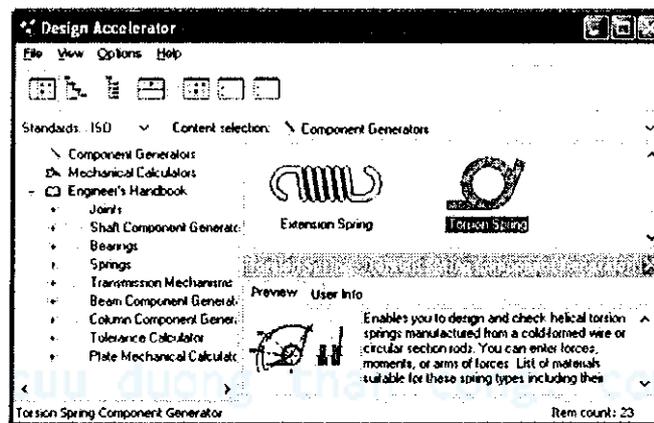
THIẾT KẾ Lò XO XOẮN - TORSION SPRING

Giúp thiết kế và kiểm tra lò xo xoắn chế tạo từ dây luyện nguội hoặc thanh có tiết diện tròn. Chúng ta có thể nhập các lực, mômen, hoặc cánh tay đòn của lực. Phần tính toán bao gồm một bản liệt kê các vật liệu phù hợp với các loại lò xo này cùng với những đặc điểm độ bền của chúng.

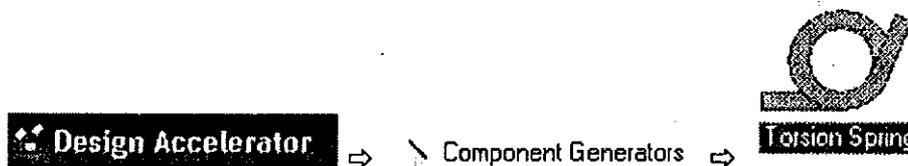
Công thức tính toán được trình bày tại **Chương 12 - Phần I**.

17.1 KHỞI TẠO CHƯƠNG TRÌNH

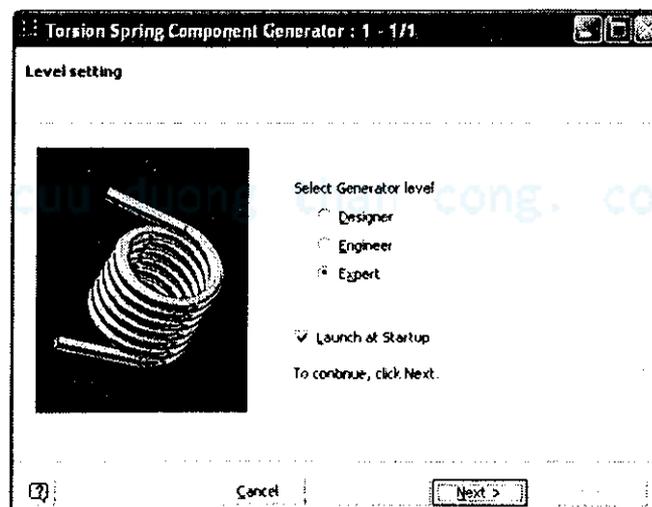
Khởi động **Design Accelerator**, hộp thoại xuất hiện:



Tại ô **Standard** nhấn nút ▼ chọn tiêu chuẩn kỹ thuật. Trong ví dụ này chọn ISO. Tiếp theo chọn theo thứ tự dưới đây:



Hộp thoại hiện ra:



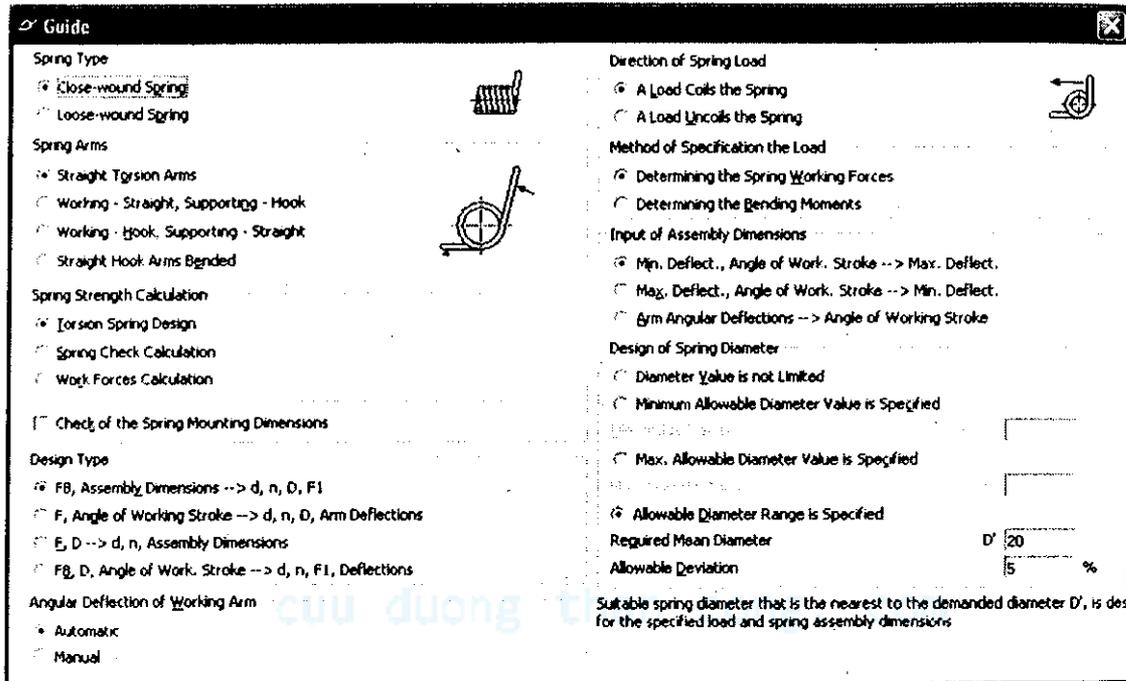
Tại đây chọn mức độ sử dụng:

- Designer** - nhà thiết kế.
- Engineer** - kỹ sư.
- Expert** - chuyên gia.

Chọn **Expert** - chuyên gia, sẽ có đầy đủ các thông số để tính toán thiết kế.

Nhấn **Next** để tiếp tục.

Hộp thoại tiếp theo:



Đây là hộp thoại để chọn các điều kiện ban đầu (mục tiêu) cho tính toán thiết kế.

Bảng này tồn tại song song với bảng nhập số liệu và tính toán. Mỗi lần thay đổi các tiêu chí tại bảng này, bảng nhập số liệu thay đổi theo để phù hợp với lựa chọn.

Nếu không thấy bảng này xuất hiện, có hai cách để hiển thị:

Trình đơn: **Tools** ⇨ **Guide**

Thanh công cụ:

17.2 CHỌN MỤC TIÊU TÍNH TOÁN

Từ hộp thoại trên chúng ta chọn các mục tiêu tính toán như sau:

Nhóm Spring Type - kiểu lò xo

Chọn một trong hai kiểu sau:

- Close-wound Spring**: các vòng sát nhau.
 - Loose-wound Spring**: các vòng không sát nhau.
- Có các hình vẽ minh họa bên cạnh.

Nhóm Spring Arms - kiểu cần (tay đòn)

Chọn một trong hai kiểu sau:

- Straight Torsion Arms**: hai cần thẳng.
- Working-Straight, Supporting Hook**: cần làm việc thẳng, cần tựa có dạng móc.
- Working-Hook, Supporting Straight**: cần làm việc có dạng móc, cần tựa thẳng.

⊙ **Straight Hook Arms Bended** : *cân thẳng, cân có dạng móc đều bị uốn cong.*
Có các hình vẽ minh hoạ bên cạnh.

Nhóm Spring Strength Calculations - tính toán sức bền của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

- ⊙ **Torsion Spring Design**: *thiết kế lò xo.*
- ⊙ **Spring Check Calculation**: *tính toán kiểm tra.*
- ⊙ **Work Forces Calculation**: *tính toán lực tác dụng.*

Nhấn chọn một trong các nút trên. Ngoài ra còn có thể thêm phương án phụ:

Check of the Spring Mounting Dimensions: *kiểm tra sự gia tăng của kích thước.*

Mỗi mục tiêu tính toán tại đây sẽ dẫn đến sự thay đổi việc nhập số liệu tại các nhóm khác.

Chúng ta sẽ nghiên cứu cho từng trường hợp tại phần nhập số liệu và tính toán dưới đây.

Nhóm Angular Deflection Working Arm - góc lệch của cân làm việc

Chọn một trong hai cách cho góc như sau:

- ⊙ **Automatic**: *độ dài tự động tính ra.*
- ⊙ **Manual**: *cho giá trị trực tiếp.*

Nhóm Direction of Spring Load - hướng tải trọng của lò xo

Chọn một trong các phương án như sau:

- ⊙ **A load coils the Spring**: *tải trọng cuộn vòng theo lò xo.*
- ⊙ **A load uncoils the Spring**: *tải trọng không cuộn vòng theo lò xo.*

Nhóm Spring Index - chỉ số của lò xo

Các mục tiêu tính toán như sau:

- ⊙ **d, D -> c**: *cho d, D tính c.*
- ⊙ **d, c -> D**: *cho d, c tính D.*

c - chỉ số của lò xo được tính theo công thức: $c = D/d$. D và d là các đường kính lò xo và đường kính tiết diện dây lò xo (xem hình vẽ).

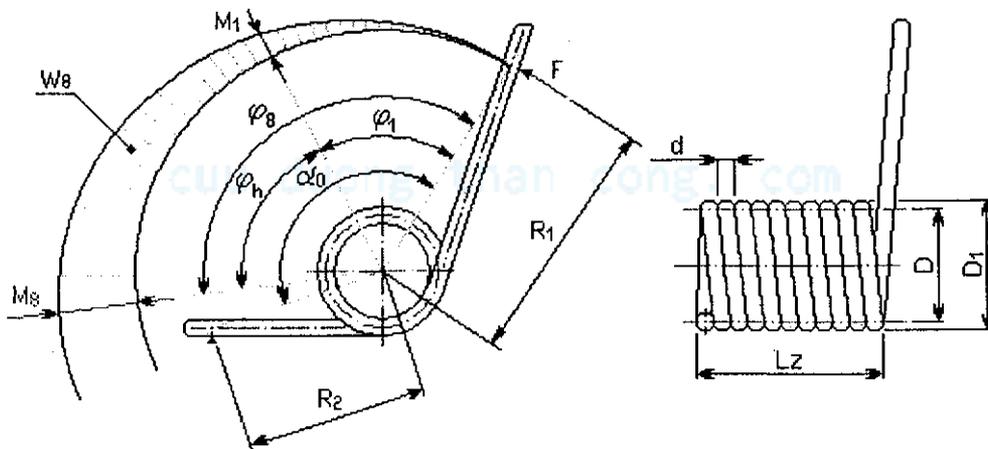
Nhóm Input Spring Diameter - cho đường kính

Các phương án nhập đường kính như sau:

- ⊙ **Input of Outside Diameter D1**: *nhập đường kính ngoài cùng.*
- ⊙ **Input of Mean Diameter D**: *nhập đường kính trung bình.*
- ⊙ **Input of Inside Diameter D2**: *nhập đường kính trong.*

Chúng ta nghiên cứu từng trường hợp một.

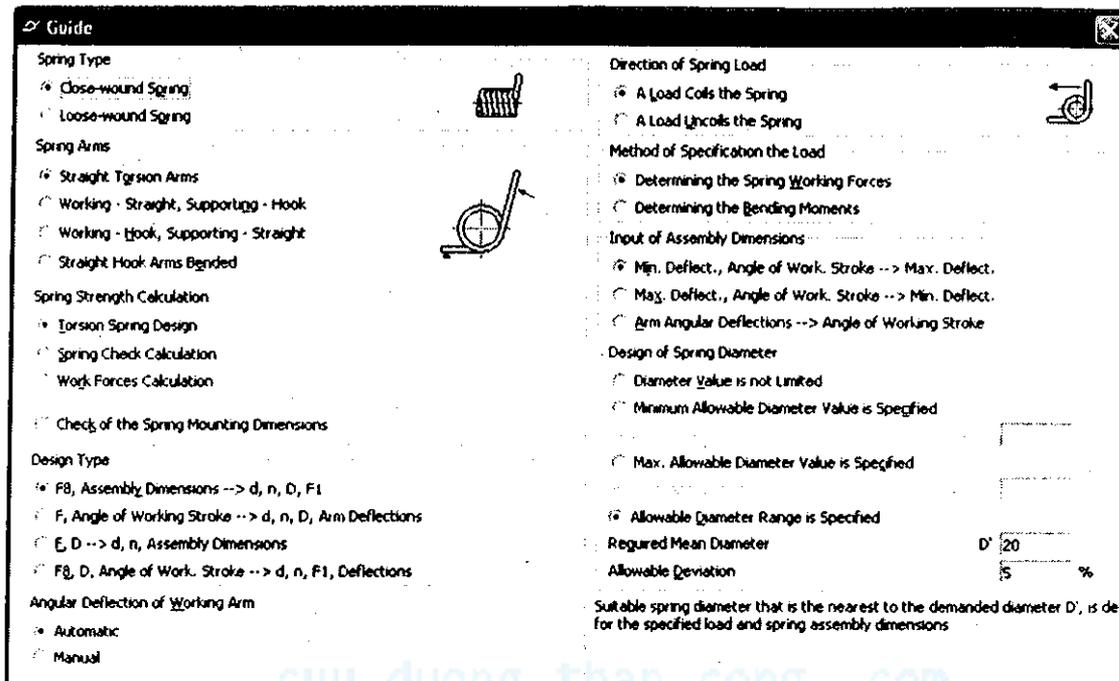
Dưới đây là hình minh hoạ các kích thước của lò xo.



Hình 1

17.2.1 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Torsion Spring Design - thiết kế lò xo xoắn

Tại hộp thoại **Guide** chọn **Torsion Spring Design**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm mới thêm vào như sau:

17.2.1.1 Design Type - dạng thiết kế

Nhấn chọn một trong các dạng sau:

F8, Assembly Dimensions → **d, n, D, F1** : cho tải trọng **F8**, các kích lắp ráp, tính **d, n, D** và **F1**.
Các tham số cho phương án này được hiển ra:

- Input of Assembly Dimensions
- Min. Deflect., Angle of Work. Stroke --> Max. Deflect.
 - Max. Deflect., Angle of Work. Stroke --> Min. Deflect.
 - Arm Angular Deflections --> Angle of Working Stroke

Input of Assembly Dimensions - nhập các kích thước lắp ráp.

Chọn một trong các phương án sau:

- Min. Deflect. , Angle of Work, Stroke --> Max. Deflect.:** cho độ lệch nhỏ nhất, góc làm việc, hành trình, tính độ lệch lớn nhất.
- Max. Deflect. , Angle of Work, Stroke --> Min. Deflect.:** cho độ lệch lớn nhất, góc làm việc, hành trình, tính độ lệch nhỏ nhất.
- Arm Angular Deflection --> Angle of Working Stroke:** cho góc độ lệch của cần, tính góc của hành trình làm việc.

F, Angle of Working Stroke → **d, n, D, Arm Deflections:** cho tải trọng **F**, góc của hành trình làm việc, tính **d, n, D**, độ lệch của cần .

Phương án này và phương án trên có các lựa chọn tiếp theo giống nhau:

Design of Spring Diameter - thiết kế kích thước lò xo

Design of Spring Diameter

- Diameter Value is not Limited
- Minimum Allowable Diameter Value is Specified
- Maximum Allowable Diameter Value is Specified
- Allowable Diameter Range is Specified

Required Mean Diameter

D' 20 mm

Allowable Deviation

5 %

Trong này lại có các phương án cho đường kính :

- Diameter Value is not Limited: giá trị đường kính không hạn chế.
- Minimum Allowable Diameter Value is Specified: cho giá trị nhỏ nhất của đường kính. Ô nhập giá trị đường kính trong nhỏ nhất hiện ra.

Minimum Allowable Diameter Value is Specified:

Min. Inside Diameter

D2min 0.8 mm

- Maximum Allowable Diameter Value is Specified: cho giá trị lớn nhất của đường kính. Ô nhập giá trị đường kính ngoài lớn nhất hiện ra.

Maximum Allowable Diameter Value is Specified:

Max. Outside Diameter

D1max 200 mm

- Allowable Diameter Range is Specified: cho khoảng xác định của đường kính.

Allowable Diameter Range is Specified

Required Mean Diameter

D' 20 mm

Allowable Deviation

5 %

Các ô được kích hoạt là:

Required Mean Diameter: đường kính trung bình.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

- F, D → d, n, Assembly Dimensions: cho tải trọng F, D, tính d, n, các kích thước lắp ráp. Lựa chọn riêng cho phương án này:

Design of Working Stroke Angle - thiết kế góc hành trình

Design of Working Stroke Angle

Angle of Working Stroke is not Limited

Minimum Angle of Working Stroke is Set

Min. Angle of Working Stroke

φ_{hmin}

Maximum Angle of Working Stroke is Set

Max. Angle of Working Stroke

Allowable Range of Working Stroke Angle is Set

Required Angle of Working Stroke

Allowable Deviation

Trong này lại có các phương án cho góc :

⊙ Angle of Working Stroke is not Limited: giá trị góc không hạn chế.

⊙ Minimum Angle of Working Stroke is Set: cho giá trị nhỏ nhất của góc. Ô nhập giá trị góc nhỏ nhất hiện ra.

Minimum Angle of Working Stroke is Set

Min. Angle of Working Stroke

φ_{hmin}

⊙ Maximum Angle of Working Stroke is Set: cho giá trị lớn nhất của góc. Ô nhập giá trị góc lớn nhất hiện ra.

Maximum Angle of Working Stroke is Set

Max. Angle of Working Stroke

φ_{hmax}

⊙ Allowable Angle of Working Stroke is Set: cho khoảng xác định của góc hành trình làm việc.

Allowable Range of Working Stroke Angle is Set

Required Angle of Working Stroke

$\varphi h'$

Allowable Deviation

Các ô được kích hoạt là:

Required Angle of Working Stroke : góc theo yêu cầu.

Allowable Deviation: sai lệch cho phép (tính bằng phần trăm %).

⊙ F8, D, Angle of Working Stroke → d, n, F1, Deflections: cho tải trọng F, D, góc hành trình, tính d, n, F1, độ lệch.

Tất cả các phương án này đều có chung các lựa chọn tiếp theo:

Method of Specification the Load - phương pháp xác định tải trọng.

Method of Specification the Load

Determining the Spring Working Forces

Determining the Bending Moments

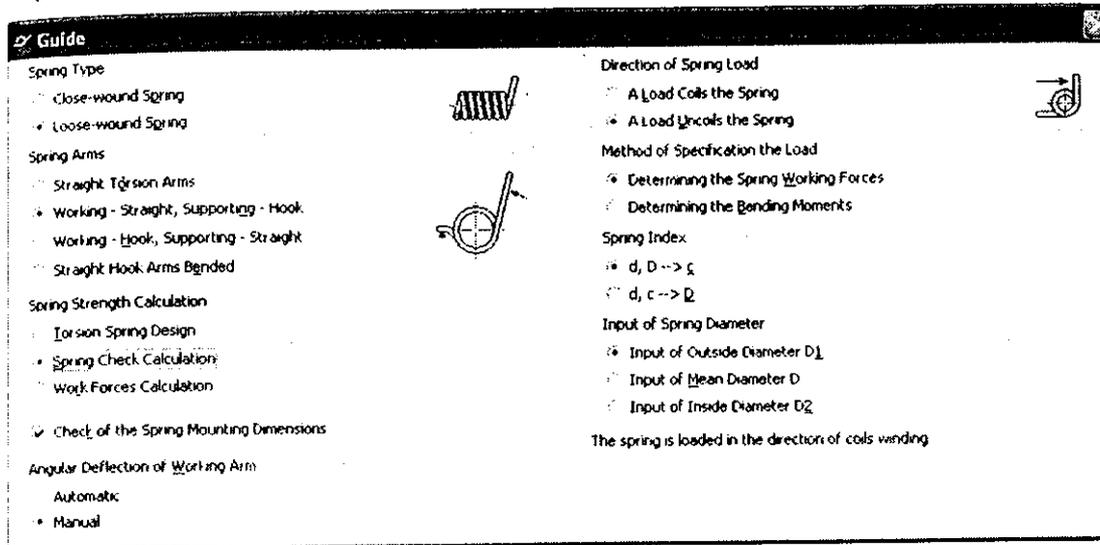
Chọn một trong các phương pháp sau:

⊙ Determining the Spring Working Forces: định lực tác dụng.

⊙ Determining the Bending Moment: định mô men uốn.

17.2.2 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Spring Check Calculation - tính kiểm tra lò xo xoắn

Tại hộp thoại **Guide** chọn **Spring Check Calculation**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.

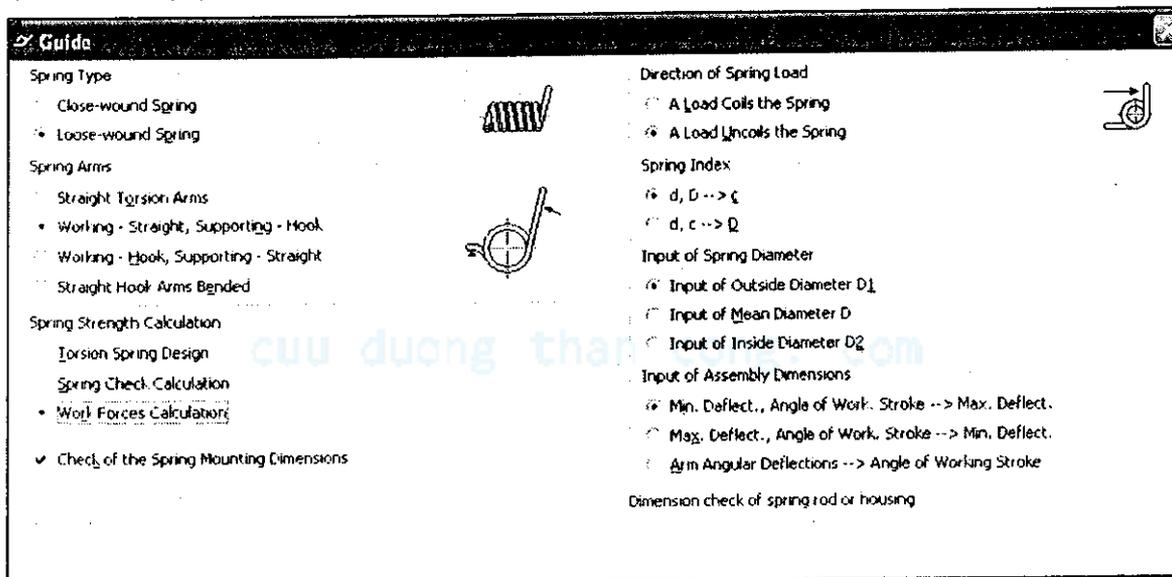


Trong hộp thoại có nhóm **Spring Index** và **Input of Spring Diameter** như đã giới thiệu ở trên.

Các kích thước này được minh họa tại hình 1.

17.2.3 Tính toán sức bền theo mục tiêu: Work Forces Calculation - tính các lực làm việc.

Tại hộp thoại **Guide** chọn **Work Forces Calculation**. Các tham số của phương án này được hiển thị ngay trong hộp thoại như hình dưới.



Các nhóm chọn phương án cũng đã được giới thiệu tại các phần trên.

Chúng ta nghiên cứu tiếp hộp thoại nhập số liệu để tính toán theo các mục tiêu đã chọn.

17.3 NHẬP SỐ LIỆU VÀ TÍNH TOÁN

Hình 1 minh họa các kích thước cần tính toán của lò xo xoắn.
Việc nhập số liệu để tính toán được trình bày theo phương thức:
Các ô nhập số liệu được kích hoạt phụ thuộc vào mục tiêu tính toán.
Trong hộp thoại để tính toán thiết kế có các mục:

Input Data - nhập số liệu.

Calculation Results - kết quả tính toán.

Chúng ta nghiên cứu từng mục.

17.3.1 Nhập số liệu - Input Data

Với mục tiêu tính toán đã chọn, hộp thoại nhập số liệu và tính toán có dạng:

Nhóm Spring Load - tải trọng lò xo.

Trong này có các tham số được nhập số liệu theo các trường hợp chọn mục tiêu tính toán.

Min. Working Force **F1**: lực nhỏ nhất. Gõ số.

Max. Working Force **F8**: lực lớn nhất. Gõ số.

Working Force **F**: lực tác dụng.

Min. bending Moment **M1**: mô men uốn nhỏ nhất. Gõ số.

Max. bending Moment **M8**: mô men uốn lớn nhất. Gõ số.

Working Bending Moment **M**: mô men làm việc.

Các ô này được kích hoạt phụ thuộc vào các phương án tại hộp thoại **Guide**.

Nhóm Spring Dimensions - kích thước lò xo

Các kích thước này cũng phụ thuộc vào mục tiêu tính toán. Ô nào bị mờ đi là kết quả tính được.