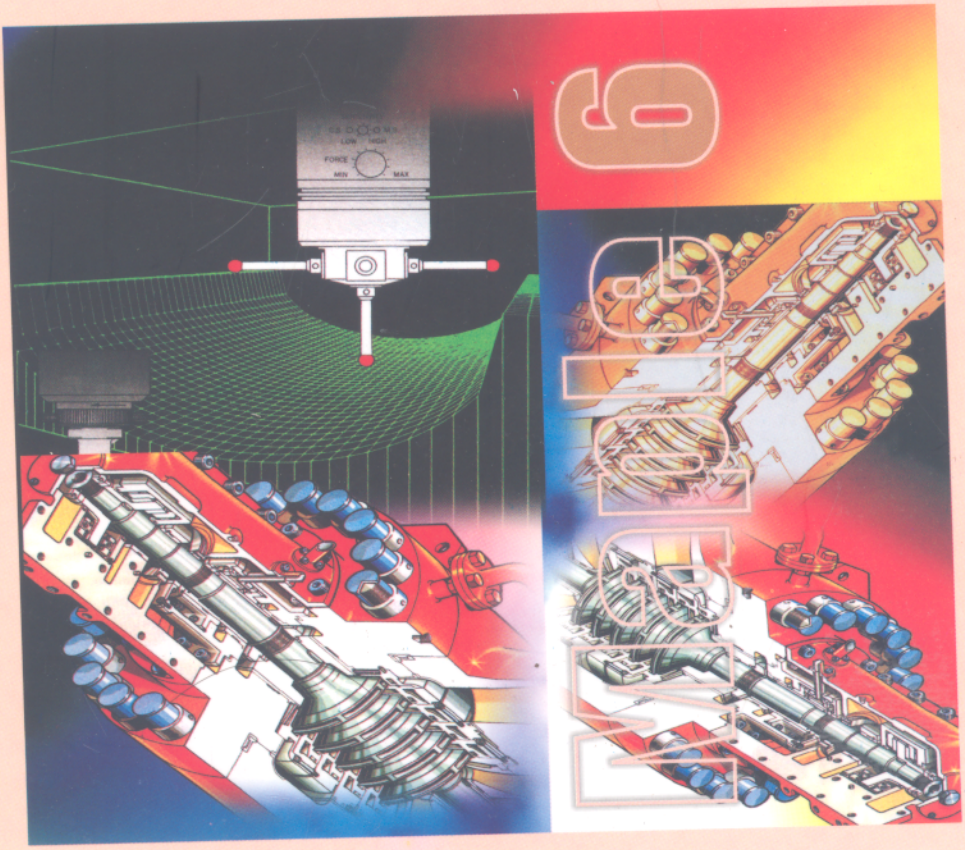
NGÔ VĂN QUYẾT

Tự động hóa tính toán thiết kế CHI TIẾT MÁY



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS. TS. NGÔ VĂN QUYẾT

TỰ ĐỘNG HÓA TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

CHI TIẾT MÁY

(Theo giáo trình Chi tiết máy)

In lần thứ nhất

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2005

LỜI MỞ ĐẦU

Đối tượng phục vụ của cuốn sách này: trước hết là các sinh viên thuộc các trường đại học kỹ thuật, cao đẳng kỹ thuật... thậm chí các học viên các trường trung học chuyên nghiệp kỹ thuật và các trung tâm dậy nghề cơ khí... khi cần thiết kế chi tiết máy, máy cơ khí. Trong quá trình học tập môn học Chi tiết máy, Nguyên lý - Chi thiết máy, Cơ sở cơ học máy, Cơ sở thiết kế máy..., sách sẽ giúp các học viên một cách đắc lực khi làm bài tập lớn hoặc thiết kế đồ án môn học. Sau nữa, sách có thể làm tài liệu tham khảo bổ ích cho các kỹ sư cơ khí, các nhân viên kỹ thuật trong các viện thiết kế cơ khí hoặc các phòng Kỹ thuật của các nhà máy cơ khí.

Cấu trúc của sách gồm 3 phần:

Phần 1 giới thiệu vắn tắt về khả năng tự động tính toán của phần mềm toán học Maple và khả năng tự động thiết kế theo công nghệ thích nghi (AdaptiveTechnology) của phần mềm cơ học Mdt. Phần này còn trình bày những quan điểm về tự động hoá và thiết kế tối ưu trong quá trình thiết kế máy cơ khí.

Phần 2 giới thiệu một số chương trình tự động tính toán thiết kế các tiết có công dụng chung với sự trợ giúp của phần mềm Maple 6

Phần 3 trình bày những ví dụ thiết kế các chi tiết dùng chung diển hình, cụ thể... theo một số quy chuẩn như ANSI (Mỹ); DIN (Đức); ISO...với sự trợ giúp của phần mềm Mdt 6. Đặc biệt, sách trình bày phương pháp tự động tính toán độ bền mỏi của chi tiết máy nhờ phần mềm này.

Sách trình bày theo hướng nâng cao kỹ năng thiết kế Chi tiết máy trên máy vi tính và kỹ năng sử dụng phối hợp, hài hoà phần mềm toán học và phần mềm cơ học trong việc tự động hoá tính toán thiết kế tối ưu các Chi tiết máy có công dụng chung trên cơ sở các sách giáo khoa mới nhất về Chi tiết máy ở Việt nam cũng như ở nước ngoài.

Phương pháp trình bày ngắn gọn, dễ hiểu theo hướng thực hành thiết kế cơ khí trên máy tính cá nhân (PC) với công nghệ kích chuột và xem (Click

and See). Sách không nhắc lại những lý thuyết, những công thức tính toán trình bày trong các sách giáo khoa về Chi tiết máy, mà chỉ trình bày trình tự các bước tự động tính toán thiết kế để nhận được sản phẩm mong muốn. Trong phần phụ lục có giới thiệu một số bản vẽ lắp của một số loại hộp giảm tốc và một số bản vẽ chế tạo các chi tiết điển hình.

Để phục vụ hình thức giáo dục từ xa (Distant Education) hoặc E-Learning-Teaching, cuốn sách này còn được xuất bản dưới dạng E-Textbook (Sách giáo khoa điện tử) dùng trực tiếp trên từng PC độc lập; các mạng cục bộ LAN; WAN và trực tuyến trên INTERNET.

E-Textbook này có nhiều hình ảnh động vì công nghệ Multimedia và một số tiến bộ khác của CNTT đã được sử dụng triệt để.

Trong quá trình hoàn thiện cuốn sách này, tác giả đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp xây dựng quý báu của các đồng nghiệp và các chuyên gia. Tác giả xin chân thành cám ơn: TS Nguyễn Hữu Điển, Trưởng Phòng Giải tích và tính toán khoa học, Viện Toán học thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam; PGS. TS An Hiệp, Bộ Môn Thiết kế Máy, PGS.TS Trần Vĩnh Hưng, Trung tâm CAD/CAM thuộc Trường Đại học Giao thông Vận tải; PGS. TS Nguyễn Minh Tuấn thuộc Trung tâm Khoa học-Công nghệ Quân sự, PGS.TS.Đinh Bá Trụ, Học viện Kỹ thuật Quân sự thuộc Bộ Quốc phòng về những ý kiến đóng góp quý báu đó.

Tác giả xin gửi lời cám ơn đặc biệt tới các cán bộ của Nhà xuất bản đã tham gia vào các công đoạn để cuốn sách này được ra mắt bạn đọc.

Cuối cùng tác giả xin nhiệt thành cám ơn và hoan nghênh mọi ý kiến đóng góp xây dựng của bạn đọc. Mọi nhu cầu về sử dụng phần mềm (Maple & MDT), E-Textbook, cũng như mọi ý kiến đóng góp xây dựng xin các bạn vui lòng liên hệ trực tiếp với Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, hoặc liên hệ với tác giả theo điện thoại (04) 7.541.575 hoặc (0280) 866.682 hay

e-mail quyetnv@ yahoo.com .

Xin chân thành cám ơn.

Hà Nội, ngày 10 tháng 10 năm 2004

TÁC GIẢ

MỤC LỤC

PHẦN III. TỰ ĐỘNG HOÁ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY
NHỜ SỰ TRỢ GIÚP CỦA PHẦN MỀM MDT6

BẢNG 1. *MỘT SỐ KÝ HIỆU QUY ƯỚC THEO TCVN*

(TIÊU CHUẨN VIỆT NAM)

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
1.	ψ	Góc nâng của ren	*độ*
2.	χ	Hệ số ngoại lực tác dụng vào bulông	
3.	φ	Góc ma sát tương đương	*độ*
4.	δ	Chiều dày của tấm ghép	*mm*
5.	σ	ứng suất pháp của mối hàn	*MPa* (N/mm^2)
6.	τ	ứng suất tiếp (cắt) của mối hàn	*MPa* (N/mm^2)
7.	γ	Hệ số giảm ứng suất cho phép của mối hàn khi tải thay đổi	
8.	φ	Hệ số bền	
9.	α	Góc tiếp xúc	*độ*
10.	τ_d	ứng suất cắt đinh	*MPa*
11.	μ_1	Hệ số Poatxông của vật liệu chi tiết bị bao (trục)	
12.	σ_{-1}	Giới hạn mỏi uốn dài hạn với chu trình ứng suất đối xứng	*MPa*, (N/mm^2)
13.	τ_{-1}	Giới hạn mỏi xoắn dài hạn với chu trình ứng suất đối xứng	*MPa*
14.	μ_2	Hệ số Poatxông của vật liệu chi tiết bao (mayơ)	
15.	σ_a	Biên độ ứng suất uốn	*MPa*
16.	τ_a	Biên độ ứng suất xoắn	*MPa*
17.	λ_b	Độ mềm của bulông	
18.	σ_b , τ_b	Giới hạn bền uốn, xoắn	*MPa*
19.	σ_d	ứng suất dập	*MPa*
20.	σ_k	ứng suất kéo của tấm	*MPa*
21.	σ_m	ứng suất uốn trung bình	*MPa*
22.	τ_m	ứng suất xoắn trung bình	*MPa*
23.	λ_t	Độ mềm của các tấm ghép	
24.	τ_t	ứng suất cắt của tấm ghép	*MPa*

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
25.	$[s]$	Hệ số an toàn bền mỏi cho phép	
26.	$[\sigma']$	ứng suất pháp cho phép của mối hàn	*MPa* (N/mm^2)
27.	$[\tau']$	ứng suất tiếp cho phép của mối hàn	*MPa* (N/mm^2)
28.	$[F]$	Lực lớn nhất cho phép tác dụng lên mối ghép	*N*
29.	A_b	Diện tích mặt cắt ngang của bulông	mm^2
30.	A_t	Diện tích bề mặt tiếp xúc của chi tiết máy (tấm ghép)	mm^2
31.	b	Chiều rộng của tấm ghép	*mm*
32.	B	Chiều rộng của ổ lăn	*mm*
33.	C	Khả năng tải động cần thiết của ổ tính toán	*N*, (*kN*)
34.	C_{otc}	Khả năng tải tĩnh của ổ tiêu chuẩn	*N*, (*kN*)
35.	C_{tc}	Khả năng tải động của ổ tiêu chuẩn	*N*, (*kN*)
36.	d	Đường kính đỉnh ren (đường kính tiêu chuẩn)	*mm*
37.	d	Đường kính danh nghĩa của mối ghép	*mm*
38.	d	Đường kính thân đinh tán	*mm*
39.	d	Đường kính trục	*mm*
40.	d	Đường kính trong của vòng trong của ổ lăn (ngõng trục)	*mm*
41.	D	Đường kính ngoài của vòng ngoài của ổ lăn	*mm*
42.	d'	Đường kính trong của trục rỗng	*mm*
43.	d_1	Đường kính chân ren	*mm*
44.	d_1	Đường kính trong của chi tiết bị bao (trục)	*mm*
45.	d_2	Đường kính trung bình của ren	*mm*
46.	d_2	Đường kính ngoài của chi tiết bao (mayơ)	*mm*
47.	d_b	Đường kính thân bulông	*mm*
48.	d_o	Đường kính lỗ lắp bulông	*mm*
49.	d_o	Đường kính lỗ đặt đinh tán	*mm*
50.	e	Khoảng cách từ mặt đầu của tấm ghép đến tâm hàng đinh đầu tiên	*mm*

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
51.	e, e'	Khoảng cách các lực tới trục trung hòa của mặt cắt	*mm*
52.	E_1	Môđun đàn hồi loại 1 của vật liệu chi tiết bị bao (trục)	*MPa*, *(N/mm²)*
53.	E_2	Môđun đàn hồi loại 1 của vật liệu chi tiết bao (mayơ)	*MPa*
54.	f	Hệ số ma sát tĩnh ở bề mặt tiếp xúc	-
55.	f'	Hệ số ma sát thay thế ở bề mặt tiếp xúc	
56.	F, P	Ngoại lực tác dụng	*N*
57.	F_a	Lực dọc trục, truyền qua mối ghép	*N*
58.	F_a	Lực tác dụng dọc trục trong bộ truyền bánh răng, trục vít	*N*
59.	F_a	Lực dọc trục tác dụng vào ổ	*N*
60.	F_i	Lực tác dụng lên tấm ghép tại hàng đinh tán thứ i	*N*
61.	F_r	Lực tác dụng hướng tâm	*N*
62.	F_t	Lực tiếp tuyến trong bộ truyền bánh răng - trục vít	*N*
63.	F_t, F_{tw}	Lực vòng trong bộ truyền bánh răng - trục vít	*N*
64.	F_v	Lực xiết chặt đai ốc trong mối ghép bulông	*N*
65.	F_z	Lực tác dụng lên mỗi đinh tán hoặc bulông hoặc điểm hàn	*N*
66.	k	Chiều cao cạnh đường hàn	*mm*
67.	K	Hệ số an toàn mối ghép (chống trượt, chống tách hở)	
68.	K_a	Hệ số kể đến đặc tính tải trọng	
69.	K_t	Hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ	
70.	l	Chiều dài mối ghép hàn (chiều dài đường hàn)	*mm*
71.	L	Tổng chiều dài của mối hàn	*mm*
72.	L	Tuổi thọ của ổ tính theo triệu vòng quay	*Triệu vòng*
73.	l_d	Chiều dài của mối hàn dọc	*mm*
74.	L_h	Tuổi thọ của ổ tính theo giờ	*giờ*
75.	l_n	Chiều dài của mối hàn ngang	*mm*
76.	M_{td}	Mômen tương đương	*Nm*, *Nmm*

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
77.	M_u	Mômen uốn trục	*Nm, Nmm*
78.	M_{ux}	Mômen uốn trục quanh trục *x*	*Nm, Nmm*
79.	M_{uy}	Mômen uốn trục quanh trục *y*	*Nm, Nmm*
80.	n	Tốc độ quay của trục hoặc của vòng trong (ngoài) của ổ	*vòng/phút*
81.	N	Độ dôi của mối ghép chặt	*mm*
82.	N_c	Độ dôi cần thiết trước khi lắp theo phương pháp lắp ép	*mm*
83.	N_{max}	Độ dôi lớn nhất của kiểu lắp được chọn	*mm*
84.	p	Áp suất trên bề mặt tiếp xúc lắp chặt	*MPa*
85.	p	Bước ren	*mm*
86.	P	Công suất truyền động	*kW*
87.	P	Tải trọng động tương đương trong ổ	*N*
88.	P_a	Tải trọng động dọc trục tương đương	*N*
89.	P_E	Tải trọng không đổi thay thế tương đương cho các tải trọng thay đổi	*N, (kN)*
90.	p_h	Bước xoắn ốc	*mm*
91.	P_o	Tải trọng tĩnh tương đương ở các ổ trục	*N*
92.	P_{oa}	Tải trọng tĩnh dọc trục tương đương ở các ổ trục	*N*
93.	P_{or}	Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương ở các ổ trục	*N*
94.	P_r	Tải trọng động hướng tâm tương đương ở các ổ trục	*N*
95.	R	Phản lực toàn phần ở các ổ trục	*N*
96.	R_{z1}	Chiều cao các đỉnh mấp mô lớn nhất trên bề mặt chi tiết bị bao (trục)	*μm*
97.	R_{z2}	Chiều cao các đỉnh mấp mô lớn nhất trên bề mặt chi tiết bao (mayơ - bề mặt lỗ)	*μm*
98.	S	Chiều dày của tấm ghép	*mm*
99.	S_r	Lực dọc trục phụ của ổ đỡ chặn	*N*
100.	p	Bước đinh tán	*mm*
101.	T	Mômen xoắn	*Nmm*
102.	T	Mômen xoắn truyền qua mối ghép	*Nmm, Nm*

Tiếp theo bảng 1

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
103.	T	Mô men xoắn trục	*Nm, Nmm*
104.	V	Hệ số kể đến vòng nào quay	
105.	X	Hệ số tải trọng hướng tâm	
106.	X_o	Hệ số tải trọng tĩnh hướng tâm	
107.	Y	Hệ số tải trọng dọc trục	
108.	Y_o	Hệ số tải trọng tĩnh dọc trục	
109.	z	Số lượng bulông của nhóm	
110.	z	Số lượng đinh trong mối ghép	
111.	z	Số lượng con lăn	
112.	b	Chiều rộng then	*mm*
113.	h	Chiều cao then	*mm*
114.	l_t	Chiều cao tính toán của then	*mm*
115.	l	Chiều dài then	*mm*
116.	d	Đường kính danh nghĩa trục	*mm*
117.	t_1	Chiều sâu rãnh then trên trục	*mm*
118.	t_2	Chiều sâu rãnh then trên lỗ	*mm*
119.	T	Mô men truyền	*Nm*
120.	σ_d	Ứng suất dập	*MPa*
121.	$[\sigma d]$	Ứng suất dập cho phép	*MPa*

BẢNG II. MỘT SỐ KÝ HIỆU QUY ƯỚC CHÍNH TRONG PHẦN MỀM MDT (CỦA HOA KỲ)

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
1.	*Alpha*	Hệ số tập trung ứng suất lý thuyết	
2.	*Beta*	Hệ số tập trung ứng suất thực tế	
3.	*S*	Hệ số an toàn mỏi	
4.	*S*	Hệ số an toàn chảy	
5.	C_o	Hệ số khả năng tải tĩnh của ổ lăn	kN
6.	*C*	Hệ số khả năng tải động của ổ lăn	kN
7.	*K1*	Hệ số ảnh hưởng công nghệ kích thước tới giới hạn bền kéo, giới hạn chảy	
8.	*K2*	Hệ số ảnh hưởng của kích thước hình học	
9.	*K3*	Hệ số ảnh hưởng của kích thước khi có tập trung ứng suất	
10.	*KF*	Hệ số độ nhám	
11.	*Kv*	Hệ số độ rắn bề mặt	
12.	*K*	Hệ số ảnh hưởng tổng hợp tới độ bền mỏi	
13.	*kA*	Hệ số chống thảo lỏng	
14.	*K2F*	Hệ số ảnh hưởng tới độ bền chảy	
15.	*Gama F*	Hệ số ảnh hưởng tổng hợp tới độ bền chảy	
16.	*D*	Đường kính lớn	mm,inch
17.	*d*	Đường kính nhỏ của trục	mm, inch
18.	d_i	Đường kính trong của trục	mm, inch

Tiếp bảng II

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
19.	D_w	Đường kính con lăn	mm, inch
20.	D_{pw}	Khoảng cách tâm hai con lăn	mm, inch
21.	*X*	Hệ số lực hướng kính	
22.	*Y*	Hệ số lực dọc trục	
23.	*FVM*	Lực ban đầu vặn đai ốc	kN
24.	*MA*	Mômen uốn	Nm
25.	*F*	Lực tác dụng vào chi tiết máy	N
26.	*M*	Mômen uốn nói chung	Nm
27.	*Sigmaa*	Ứng suất biên độ trong bulông	N/mm^2
28.	*SigmaA*	Ứng suất cho phép trong bulông	N/mm^2
29.	*SD*	Hệ số an toàn mỏi của bulông	N/mm^2
30.	*Tau*	Ứng suất trượt	N/mm^2
31.	*Tb*	Ứng suất trượt cho phép	N/mm^2
32.	*dh*	Đường kính lỗ trên tấm ghép	mm, inch
33.	*P*	Bước ren	mm, inch
34.	*SW*	Chiều rộng đai ốc	mm, inch
35.	*sw*	Chiều rộng đầu bulông	mm, inch
36.	*h*	Chiều cao đai ốc	mm, inch
37.	*h*	Chiều cao đầu bulông	mm, inch
38.	*h*	Chiều dầy tấm ghép	mm, inch
39.	*d*	Đường kính trung bình ren	mm, inch

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
40.	d'	Đường kính chân ren	mm, inch
41.	d	Đường kính bu lông	mm, inch
42.	A	Diện tích mặt cắt	mm^2, $inch^2$
43.	I_1	Mômen quán tính mặt cắt đối với trục x	Mm^4
44.	I_2	Mômen quán tính mặt cắt đối với trục y	mm^4
45.	M_b	Mômen uốn	Nm
46.	T	Mô men xoắn	Nm
47.	S_i	Độ võng (biến dạng của dầm, trục)	mm

PHẦN I

GIỚI THIỆU PHẦN MỀM TRỢ GIÚP TỰ ĐỘNG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

Chương 1

GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM TRỢ GIÚP TÍNH TOÁN *MAPLE*

1.1 GIỚI THIỆU

1.1.1. Nguồn gốc xuất xứ

Maple là một hệ phần mềm chuyên dụng cho công việc tính toán bao gồm các tính toán thuần tuý bằng ký hiệu toán học, các tính toán số và các tính toán bằng đồ thị. Sản phẩm này do trường Đại học Tổng hợp Waterloo (Canada) và trường Đại học kỹ thuật Zurich (Liên bang Đức) xây dựng và đưa vào thị trường đầu tiên, năm 1985, trên thế giới. Những đặc tính cơ bản của Maple là dễ sử dụng, không đòi hỏi cấu hình máy phải lớn, đáp ứng nhu cầu tính toán của nhiều đối tượng. Nó giúp nâng cao chất lượng dạy và học, nhưng không làm mất đi tư duy toán học, là công cụ đắc lực giúp cho việc nâng cao hiệu quả sử dụng và nghiên cứu. Ngoài ra, Maple còn được thiết kế thích hợp với chế độ tương tác giữa người và máy, cho phép người sử dụng phát triển các modun chuyên dụng, lập trình hoặc tạo thư viện riêng ngay trong phần mềm của chúng ta.

Phần mềm *Maple*, không những là phần mềm dạy học thuần tuý, mà với một khối lượng đồ sộ các công việc mà nó làm được, cùng với khả năng biểu diễn hình ảnh tuyệt vời và sự đơn giản trong sử dụng của nó, *Maple* là một công cụ hữu hiệu trong việc dạy và học tập.

1.1.2. Khối lượng tri thức

Với một khối lượng kiến thức toán học từ thấp tới cao, từ đơn giản tới phức tạp, từ cổ điển tới hiện đại hàm chứa trong 1500-2000 trang in khổ A4

tuỳ theo các version, *Maple* gồm nhiều modun kiến thức, hàm chứa hầu hết các lĩnh vực của toán học.

1.1.3.Tình hình sử dụng trên thế giới

Maple V đã được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Theo tài liệu công bố chính thống, thì phần mềm này cùng với tài liệu hướng dẫn sử dụng đã xuất hiện ở New York (Mỹ), Berlin (Đức), London (Anh); Paris (Pháp); Tokyo (Nhật Bản); Hồng Kông (Trung Quốc); Barcelona (Tây Ban Nha); Budapes (Hungari), v.v... và nhiều nước khác nữa [12,13,14,15,16,18], không những chỉ bó hẹp trong các lĩnh vực của toán học, mà còn cả trong rất nhiều lĩnh vực khoa học có sử dụng toán học làm công cụ.

1.1.3.Tình hình sử dụng trong nước

Những năm gần đây, ở nước ta phần mềm *Maple* đã được quan tâm, khai thác sử dụng. Đi đầu trong việc phổ biến và ứng dụng trong toán học là các nhà toán học [6,7]. Tiếp theo là việc sử dụng phần mềm này trong lĩnh vực Cơ học [8,9,11] và một số lĩnh vực khác [13, 14].

1.2 ĐẶC ĐIỂM NỔI BẬT CỦA *MAPLE*

Tại thời điểm này trên thương trường, *Maple* đã có rất nhiều phiên bản, từ Maple 1 đến Maple 9 . Những đặc điểm nổi bật của *Maple* được giới thiệu ở đây chủ yếu dựa trên *Maple 6*. Mặc dù các phiên bản sau có thể nâng cấp được các phiên bản trước, được cập nhật những kiến thức mới về toán học, hoặc những tiến bộ mới của CNTT được ứng dụng, song *Maple 6* vẫn được lựa chọn để giới thiệu vì trong phiên bản này tích luỹ được rất nhiều ứng dụng đem chia sẻ với đông đảo bạn đọc. So với các phần mềm toán học khác như: *Mathematica; MathCAD; MathPoint; Mathematica; MatLab; Proffessional;* cũng như nhiều phần mềm toán học đơn giản khác như: SPSS; MICROFIT, REDUCE, CABRI GEOMETRE, MIDDLE SCHOOL MATH; TEACH YOURSHELF; CALCULUS... thì *Maple* có những điểm nổi bật sau:

1. Dễ dàng sử dụng: các thao tác tính toán hầu như theo các thói quen thông dụng, không đòi hỏi trình độ toán học và tin học cao.

2. Soạn thảo văn bản bằng nhiều loại ngôn ngữ (Việt, Anh, Pháp, Đức,...) như soạn thảo văn bản trong Word.

3. Có khả năng truy nhập, kết nối với nhiều ngôn ngữ lập trình khác (C; Fortran...) và các phần mềm khác (Matlab, Excel).

4. Có khả năng biên tập sách điện tử (E-book).

5. Có khả năng kết xuất dưới nhiều dạng, đặc biệt theo chuẩn mực LaTEX mà mọi ấn phẩm về toán học chuẩn mực trên thế giới đều phải tuân thủ.

6. Dễ dàng trong lập trình.

7. Khả năng sự vận động tuyệt vời của đồ thị.

1.3 PHẦN MỀM *MAPLE 6*

1.3.1. Hệ điều hành

Làm việc dưới nhiều hệ điều hành như: Unix, Linux và Window với các version mới nhất dùng cho nhiều chủng loại PC.

1.3.2 Giao diện

So với giao diện của Maple 5 thì Maple 6 bổ sung một trình đơn Spreadsheet hình 1.2. Hầu hết trình đơn trải xuống *đều được bổ sung những lệnh mới*. Để dễ so sánh, hãy lướt qua (Maple 5/Maple 6):

File (12/16); Edit (16/16); View (10/15); Isert (8/13); Format (9/13); Option (5/13); Window (8/19); Help (10/14).

Tác vụ mạnh bằng cách sử dụng tiện ích kích chuột và nhìn (Click & See): Đây là thanh thực đơn phụ liệt kê các tài nguyên ngay dưới thanh công cụ.

(Hàm chứa hay đúng hơn là liên hợp với cả phần mềm toán học lớn khác như MATLAB của hãng The MathWorks, Inc;

24 Prime Park Way; Natick, MA 01760; FAX: 508-653-2997; email: subscribe@mathworks.com) bằng lệnh start (with Matlab). Sử dụng các trình ứng dụng của Microsoft 2000, như Exel 2000. Phần mở rộng của các files là: *.mpl*, chứ không phải là *.wms*.

1.3.3. Cấu hình tối thiểu

Có hai chế độ cài đặt: cho một người sử dụng (single-user) và cho nhiều người sử dụng (multi-user). Sau khi cài đặt hoàn chỉnh Maple 6 dưới hệ điều

hành Window chiếm: 63.235.930 MB (hình 1.1). Ở các hệ điều hành khác, số MB cần thiết sẽ khác hơn.

Để hoạt động được, yêu cầu tối thiểu:16RAM; 64MB không gian đĩa trống; PC 486 trở lên; card đồ hoạ, SVGA.

Để NetWork làm việc tốt, yêu cầu cấu hình của PC cao hơn, nếu cần trợ giúp trực tuyến.

1.3. 4. Những tài nguyên mới bổ sung

Những tài nguyên mới được nâng cấp và bổ sung, gồm có:

Updates/Maple6/LinearAlgebra.

Updates/Maple6/language.

Updates/Maple6/gui. Excel 2000. updates/Maple6/Excel.

Updates/Maple6/numerics.

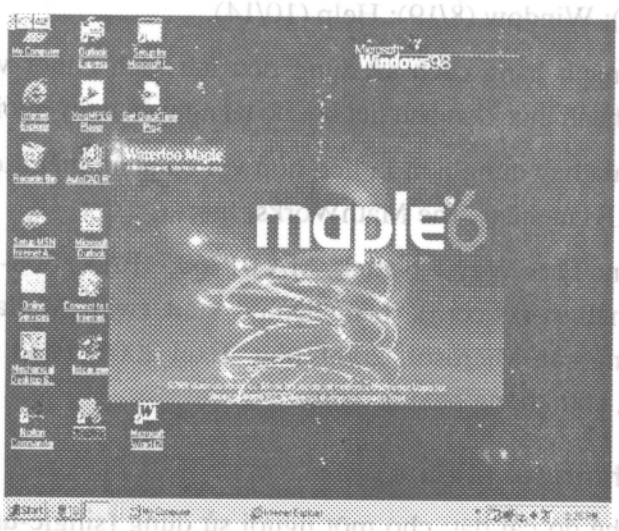
Updates/Maple6/packages page.

Updates/Maple6/symbolic page.

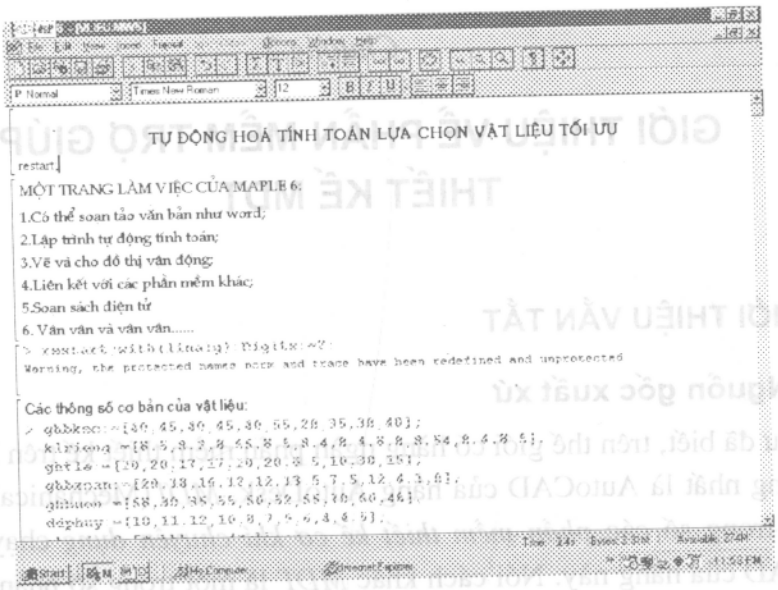
Updates/Maple6/graphics.

Updates/Maple6/compatibility page.

Những chi tiết mới mẻ của phần mềm này được trình bày tỷ mỉ trong tài liệu [11, 15, 16].



Hình 1.1 *Phần mềm Maple 6 làm việc dưới hệ điều hành Windows*



Hình 1-2 *Một trang làm việc của Maple 6*

1.3.5. Những điều cần lưu ý khi sử dụng

Cho tới ngày nay, Maple đã có phiên bản (version) thứ 10. Những phiên bản sau giàu có về tài nguyên bằng hệ thống các ví dụ ứng dụng.

Trong quá trình tính toán, việc đưa ra kết quả bằng số tiến hành theo các quy ước của phương Tây: dùng dấu chấm ngăn cách các phần nguyên và phần thập phân Ví dụ: *Hesol* = .004 tương đương với tiếng Việt là *Hesol* = 0,004; γ1 = .24 tương đương với tiếng Việt γ1 = 0,24.

Chương 2

GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM TRỢ GIÚP THIẾT KẾ MDT

2.1 GIỚI THIỆU VẮN TẮT

2.1.1 Nguồn gốc xuất xứ

Như đã biết, trên thế giới có hàng ngàn phần mềm thiết kế trên PC, nhưng phổ dụng nhất là AutoCAD của hãng AutoDesk. *MDT*(Mechanical Desktop) là một trong số các *phần mềm thiết kế cơ khí chuyên dụng* chạy trên nền AutoCAD của hãng này. Nói cách khác *MDT* là một trong số phần mềm ứng dụng (Application) chạy trên nền AutoCAD giành cho các nhà thiết kế cơ khí.

- Genius13- chạy trên nền AutoCAD 13;

- Genius14- chạy trên nên AutoCAD14;

- Mechanical Desktop (MDT) chạy trên AutoCAD2000 (là phiên bản phát triển từ Genius. Nó đã được thương mại hoá rộng rãi trên thị trường quốc tế. Đã xuất hiện các phiên bản MDT1... MDT6 . Riêng MDT2 và MDT3 đã được giới thiệu trong tài liệu [2].

- INVENTOR chạy độc lập như là một phát triển riêng biệt của CAD.

2.1.2 Khối lượng tri thức

Phần mềm MDT là một phần mềm công nghiệp chuyên dùng để thiết kế và tính toán các loại chi tiết máy cơ khí. Nó cho phép sử dụng trên từng máy tính cá nhân riêng lẻ (PC) và một hệ thống các máy tính trong phạm vi một nhà máy, một xí nghiệp cơ khí đến phạm vi toàn cầu. Khối lượng tri thức gồm có:

Trung tâm tin tức, thông báo;

Trung tâm cung cấp sản phẩm;

Nguồn công nghiệp, trung tâm thiết kế;

Hệ thống các quy chuẩn, quy phạm (catalogs);

Trung tâm sản suất.

Việc thiết kế điện tử theo *công nghệ thích nghi* được hiểu như sau:

Khi thay đổi thiết kế (kích thước, sai lệch kích thước; sai lệch hình dáng bề mặt, độ nhám bề mặt...) một chi tiết máy trong một cụm máy thì các chi tiết có liên quan tự động thay đổi theo. Bản thiết kế hoàn chỉnh sẽ từ trung tâm thiết kế đi thẳng tới trung tâm sản xuất.

Sau khi cài đặt hoàn chỉnh, MDT chạy trên AutoCAD2000 chiếm khoảng 392MB.

2.1.3 Tình hình sử dụng trên thế giới

MDT đã được thương mại hoá từ năm 1982 (phiên bản 1)... Nó được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Phiên bản MDT giới thiệu trong cuốn sách này là phiên bản số 6, công bố năm 2001.

2.2 ĐẶC ĐIỂM NỔI BẬT CỦA *MDT*

- Tự động tính toán thiết kế mối ghép đinh tán.
- Tự động tính toán thiết kế mối ghép hàn.
- Tự động tính toán thiết kế mối ren-bulông-đai ốc.
- Tự động tính toán thiết kế mối ghép then, then hoa.
- Tự động tính toán thiết kế mối ghép chốt và vòng hãm.
- Tự động tính toán thiết kế bộ truyền đai.
- Tự động tính toán thiết kế bộ truyền xích.
- Tự động tính toán thiết kế bộ truyền bánh răng- trục vít - bánh vít.
- Tự động tính toán thiết kế trục tâm và trục truyền.
- Tự động tính toán thiết kế ổ trục (đỡ, chặn, đỡ-chặn, chắn).
- Tự động tính toán thiết kế khớp nối.
- Tự động tính toán thiết kế lò xo.
- Tự động tính toán biến dạng, mô men quán tính khối lượng.
- Tự động tính toán thiết kế cam phẳng, cam không gian theo các quy luật chuyển động của cần.

- Tự động tính toán bôi trơn thuỷ động.

- Tự động tính toán nhiệt.

- Tự động tính toán ứng suất và biến dạng theo phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).

Nhìn chung so với CAD, MDT có những hiệu năng vượt trội sau:

Hiệu năng hiệu chỉnh mạnh (Power Edit).

Hiệu năng tái tác vụ mạnh (Power Recall).

Hiệu năng xoá mạnh (Power Erase).

Hiệu năng truy bắt đối tượng mạnh (Power Snap).

Hiệu năng thiết lập tỷ lệ và khung tên bản vẽ nhanh (Scale Factor & Drawing Borders).

Hiệu năng ghi kích thước chi tiết đúng, nhanh (Dimensioning).

Hiệu năng chứa và hiển thị nhanh các loại chi tiết đã được chuẩn hoá (Standard Parts).

Hiệu năng tự động hoá thiết kế theo thông số các tiết máy có công dụng chung cao (Parametric Design).

Hiệu năng lập bản liệt kê chi tiết trong bản vẽ cao.

Hiệu năng ghi độ nhám và các sai lệch hình dáng bề mặt, sai lệch kích thước hình học cao.

Hiệu năng ghi các loại mối lắp ghép và dung sai của chúng cao.

Bảng danh mục các loại vật liệu kim loại (thép cacbon; thép hợp kim hợp kim nhôm, v.v...) với các dữ liệu: môđun đàn hồi; giới hạn chảy; hệ số Poission.

Những nội dụng trên được sắp xếp theo từng mô đun với quan điểm thiết kế theo đối tượng tạo điều kiện dễ dàng nhất cho người sử dụng.

Tất cả những nội dung trên thoả mãn đầy đủ việc tính toán thiết kế các chi tiết máy có công dụng chung [3,4]. Với những chi tiết máy đã được chuẩn hoá có trong thư viện, chỉ việc nhập dữ liệu, nhà thiết kế sẽ lập tức nhận được kết quả và các hình vẽ tương ứng với màu sắc hài hoà. Nhà thiết kế có thể dễ

dàng thiết kế những chi tiết máy cơ khí mới nhờ sự trợ giúp của MDT với quan điểm tự động hoá thiết kế và thiết kế tối ưu [12].

2.3 PHẦN MỀM *MDT6*

2.3.1. Hệ điều hành

- Hệ điều hành gồm có: Windows 95; Windows 98; Windows 2000 hoặc Windows NT 4.0' (hình 2.1).

- Một số yêu cầu phụ khác: cần có máy in, máy vẽ; cần kết nối PC với *Internet* để thực hiện *i-design* và hưởng các dịch vụ kỹ thuật hậu mãi của hãng AutoDesk [17].

2.3.2 Giao diện

Có hai loại dao diện: dùng cho cá nhân và dùng cho nhóm làm việc để thực hiện thiết kế điện tử (I-DESIGN), hình 2.2, hình 2.3.

2.3.3. Cấu hình tối thiểu

Sau khi cài đặt hoàn chỉnh, chiếm khoảng 450 MB; MDT6 chạy tốt với các điều kiện sau:

Cấu hình tối thiểu: Pentium 133 trở lên; 32 MB RAM trở lên; 180MB không gian đĩa trống và 64 MB swap space; độ phân giải màn hình 800x600VGA trở lên; ổ 4XCD-ROM.

2.3. 4. Những tài nguyên mới bổ sung

Những nét mới của MDT6 chạy trên nền Auto CAD 2000:

So với các version 13,14, MDT6 có 20 điểm mới sau đây:

- Mechanical Option- Những tuỳ chọn cơ học, hình 2.4.
- Power Dimensioning- Ghi kích thước nhanh.
- Automatic Dimentioning- Tự động ghi kích thước.
- Purge All-Làm sạch trơn tru.
- Scale Monitor-Tỷ lệ màn hình.
- Layer and Object Setting-Thiết lập lớp và đối tượng.

- Library- Thư viện các chi tiết máy.
- Mirgation Tools- Những công cụ.
- Leader lines-Những dòng chỉ dẫn.
- Listing of other Changes- Liệt kê những sự thay đổi khác.
- Bill of Material-Danh mục vật liệu.
- Balloons-Làm nở khối.
- Parts List-Danh mục các chi tiết máy, hình 2.5.
- Part Reference-Tham khảo tiết máy.
- Part Reference Edit- Hiệu chỉnh tham khảo chi tiết máy.
- Surface Texture- Kết cấu bề mặt.
- Feature Control Frame-Khung kiểm tra phần vẽ tách đặc tả.
- Edge Symbols- Những ký hiệu mép vát.
- Datum and Feature Identfer- Định chuẩn và định vị phần cắt tách.
- Welding Symbols- Những ký hiệu mối hàn.

Những tiêu chuẩn cơ khí của các quốc gia: GB (Trung quốc); ANSI (Mỹ); DIN (Đức) ...và quốc tế ISO.

2.3.5. Những phạm vi sử dụng MDT6 hữu hiệu

1/ Dùng để tính toán tự động và trợ giúp thiết kế các loại chi tiết máy có công dụng chung trong các loại máy cơ khi (xe máy, ôtô, máy xây dựng , máy nâng chuyển, máy nông nghiệp, máy lâm nghiệp...).

Vì vậy, phần mềm này đặc biệt hiệu dụng trong các viện thiết kế chuyên ngành về các loại máy cơ khí;

2/ Đối với các trường phổ thông trung học dùng làm tài liệu bổ trợ học tập các môn kỹ thuật công nghiệp. Đối với các trường trung học chuyên nghiệp cơ khí; cao đẳng và đại học kỹ thuật dùng để thiết kế *chi tiết máy; thiết kế máy;* dạy học môn học *cơ sở thiết kế máy cơ khí,* v.v...

2.3.6. Kết luận và khuyến nghị về MDT6

1/ Đây là một phần mềm thiết kế cơ khí đồ sộ, đặc sắc chạy trên nền AutoCAD của hãng AutoDesk. Một phần mềm khác tương tự như thế tại thời

điểm này chưa được biết tới, vì thế *MDT6*, theo quan điểm của chúng tôi, được coi là niềm mơ ước của những nhà thiết kế máy cơ khí.

Để bạn đọc hình dung phần nào giá trị to lớn của nó, xin đưa ra thông tin nhỏ sau để so sánh: nếu ví *MDT6* là một con voi thì những đoạn chương trình (hoặc một môđun chương trình tính toán hoàn chỉnh một bộ truyền đai, cho một loại đai thôi , chưa có bản vẽ !) được viết bằng Turbo Pascal đã chiếm tới hàng ngàn lệnh, chỉ như con ruồi đậu trên chân con voi này mà thôi. Nếu việc ghi kích thước và sai lệch của chúng, cũng như sai lệch hình dáng bề mặt chi tiết và chọn mối lắp ghép trong bản vẽ lắp cụm chi tiết hoặc bản vẽ lắp tổng thành đã được nâng lên thành đề tài cấp nhà nước tại một viện chuyên ngành trong cả năm trời, thì *MDT6* giải quyết việc này rất đắc lực, nhanh chóng.

2/Tại các nhà trường kỹ thuật ngành cơ khí đều phải làm đồ án môn học (hay còn gọi là thiết kế môn học) hoặc làm bài tập lớn *Chi tiết máy* [1,4,5] với khối lượng kiến thức rất lớn và cường độ lao động (tính toán và vẽ) rất cao. Xin khuyến nghị sử dụng phần mềm này càng sớm, càng nhiều càng tốt [1,8,9].

3/Trong khi vấn đề "Đào tạo nhân lực cho CNTT" đang được bàn bạc sôi nổi thì việc nghiên cứu, khai thác, sử dụng *MDT6* là một ví dụ sinh động để tham khảo. Một phần mềm công nghiệp (để có thể xuất khẩu được) là kết tinh sự lao động khoa học đầy sáng tạo không những chỉ của các chuyên gia tin học, mà còn của: các nhà khoa học chuyên ngành, các chuyên gia soạn thảo và hoạch định các tiêu chuẩn ngành của quốc gia và quốc tế, các nhà thiết kế mỹ thuật và các hoạ trình viên v.v...

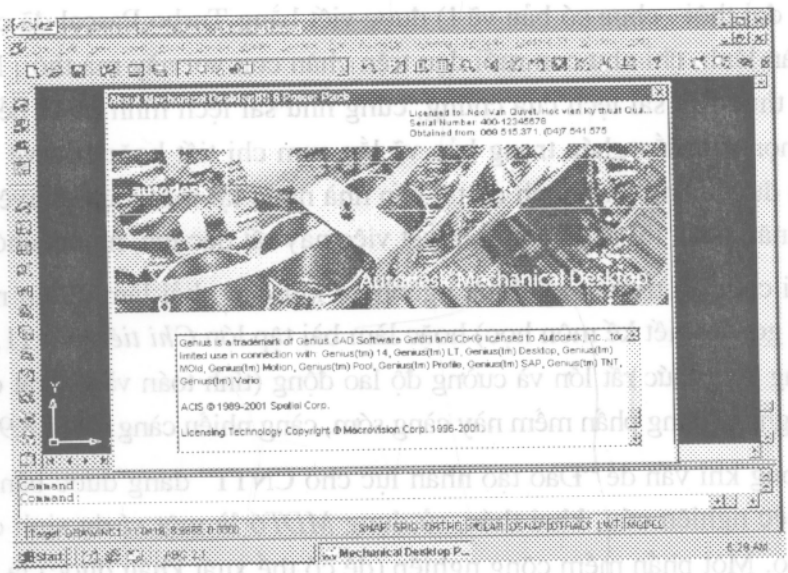
4/Trong quá trình đào tạo, phần mềm này đã được dùng làm tài liệu học tập, tham khảo cho học viên, nó đặc biệt được ưa chuộng khi học viên làm *đồ án môn học chi tiết máy*.

2.3.7. Những điều lưu ý khi sử dụng

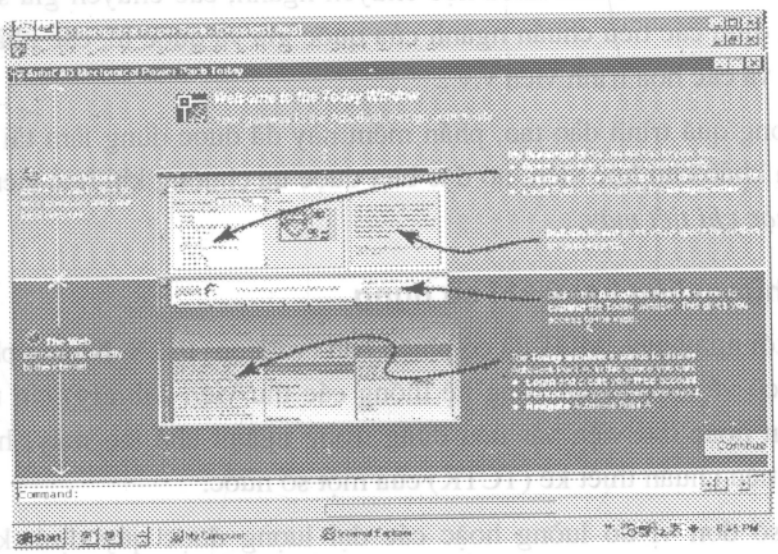
Cho tới ngày nay, MDT đã có phiên bản (version) thứ 8. Những phiên bản sau giàu có về tài nguyên bằng hệ thống các thư viện (library) chi tiết máy tiêu chuẩn hoặc thư viện vật liệu dùng trong ngành chế tạo máy, hoặc đưa thêm các tiêu chuẩn thiết kế (TCTK) của một số nước.

Một số đơn vị đo lường hoặc các đại lượng được quy định khác với TCVN, ví dụ: Alpha: là hệ số tập trung ứng suất lý thuyết, tương đương với

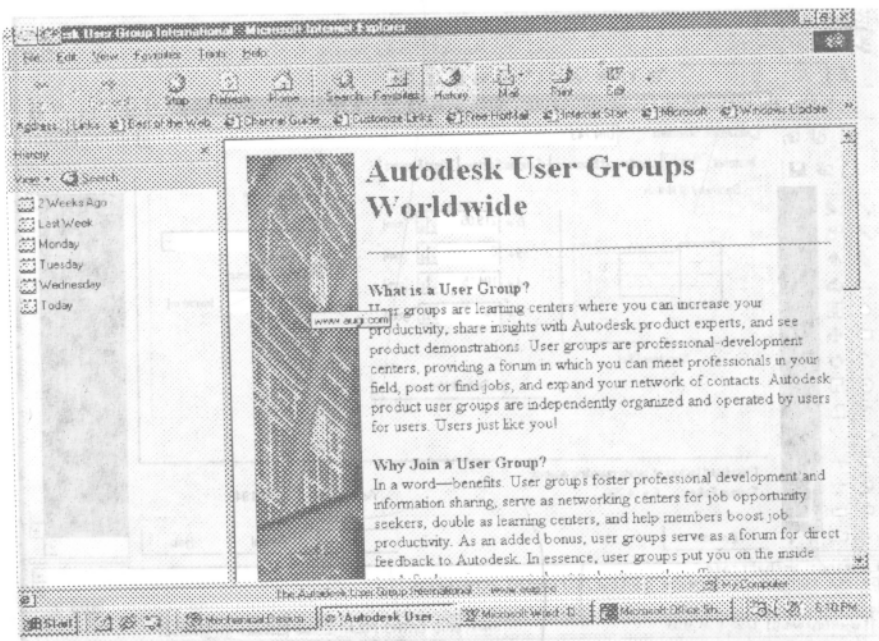
tiếng Việt là α_σ, (hoặc α_τ); *Tau* tương đương với tiếng Việt τ (ứng suất tiếp); *GamaF* là hệ số ảnh hưởng tổng hợp tới độ bền chảy. Trong các tài liệu tính toán độ bền chi tiết máy bằng tiếng Việt, chưa bắt gặp phương pháp tính toán này. Để dễ dàng cho việc sử dụng, bạn đọc nên tham khảo *Bảng 2*, và *Phụ lục 3: Bảng chuyển đổi đơn vị*.



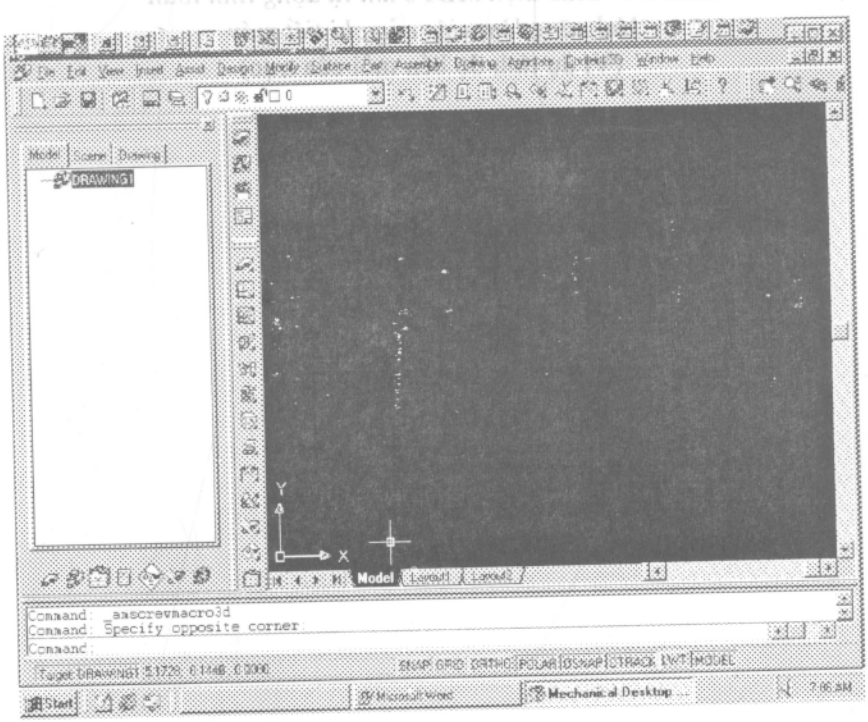
Hình 2.1. *MDT tích hợp các phiên bản của GENIUS trước đây*



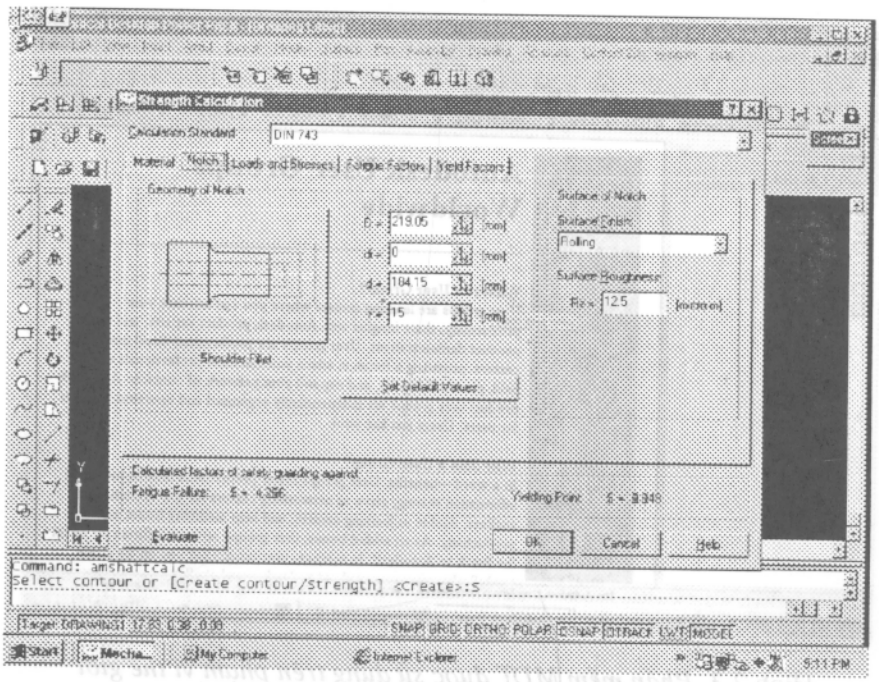
Hình 2.2. *Màn hình i-Design của MDT6*



Hình 2.3. *Phần mềm MDT được sử dụng trên phạm vi thế giới*



Hình 2.4. *Giao diện MDT6 khi thiết kếmới một chi tiết*



Hình 2.5. *Giao diện MDT6 khi tự động tính toán khả năng làm việc của chi tiết máy*
(Ví dụ tính độ bền mỏi của trục)

Chương 3

NHỮNG QUAN ĐIỂM VỀ TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

3.1 NHỮNG NỘI DUNG THIẾT KẾ MÁY

Thiết kế máy bao gồm rất nhiều nội dung. Về mặt *cơ học máy*, các nội dung được phản ánh trong hai nhóm lớn sau:

3.1.1. Nhóm các nội dung về mặt nguyên lý máy

1) Xây dựng sơ đồ nguyên lý:

Xác định cấu tạo các khâu, các khớp, kích thước động các khâu. Kích thước hình học các khâu phải nhỏ, gọn, hợp lý.

2) Xây dựng các chỉ tiêu động học:

Giải bài toán vị trí, vận tốc, gia tốc... từ đó tìm ra các vị trí biên của các khâu để thiết kế vỏ máy sau này. Vẽ các quỹ đạo của các điểm cần thiết - đặc biệt là các điểm trên khâu công tác; tìm hệ số năng suất của máy;... Sơ bộ định ra khối lượng các khâu...

3) Xây dựng các chỉ tiêu động lực học:

Bao gồm tính công suất của máy, tính hiệu suất, góc áp lực, tính các lực (các mômen lực) tác động lên các khâu, tính các phản lực liên kết (phản lực khớp động) nhằm chuẩn bị dữ liệu cho thiết kế từng chi tiết của máy ở phần tiếp theo. Xác định chuyển động thật của máy, hệ số không đều của chuyển động máy, tính lực cân bằng và các khối lượng cân bằng để cân bằng máy (triệt tiêu một phần hệ lực quán tính).

4) Tính toán độ chính xác hình học, động học và động lực; tính toán độ tin cậy của máy theo sơ đồ đã hoạch định ra.

3.1.2. Nhóm các nội dung về chi tiết máy, cụm máy

1) Chọn vật liệu và tính toán thiết kế từng chi tiết máy tạo thành máy.

2) Thiết kế quy trình công nghệ cho những chi tiết máy chưa được tiêu chuẩn hóa.

3) Xây dựng bản vẽ lắp các tiết máy tạo thành các cụm máy và toàn bộ máy.

4) Chế tạo loạt "O" và chạy thử. Hiệu chỉnh thiết kế nếu cần thiết.

5) Tính toán và quyết định giá thành.

6) Lập hồ sơ kinh tế - kỹ thuật trong đó nêu những đặc trưng kỹ thuật; hướngdẫn sử dụng (bao gồm cả giới thiệu, tiếp thị) và cách vận hành, điều chỉnh; bảo dưỡng, sửa chữa.

3.2. NHỮNG NỘI DUNG THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

Thiết kế chi tiết máy là một trong những nội dung quan trọng trong nội dung thiết kế máy [4, 5, 6, 13]. Thiết kế chi tiết máy gồm những nội dung cụ thể sau:

1) Xây dựng sơ đồ tính toán, ví dụ, tìm vị trí khối tâm của chi tiết máy phức tạp; tìm vị trí gối tựa khi tính trục có ngõng trục nằm trong ổ trượt; ổ lăn; v.v.

2) Xác định tải trọng (lực; mômen lực) tác dụng lên tiết máy.

3) Chọn vật liệu thích hợp với điều kiện làm việc của tiết máy Chương 20.

4) Tiến hành tính toán sơ bộ: dựa vào các chỉ tiêu về khả năng làm việc (thường là chỉ tiêu bền) xác định các kích thước chính theo 3 chiều của tiết máy.

5) Xây dựng kết cấu cụ thể với đầy đủ các yếu tố sau:

- Kích thước chính ; kích thước phụ.
- Dung sai kích thước.
- Độ nhám bề mặt.
- Công nghệ nhiệt; lý - hóa - nhiệt và các công nghệ bề mặt khác nhằm tăng bền.
- Các yêu cầu kỹ thuật khác.

6) Tiến hành tính toán kiểm nghiệm theo các chỉ tiêu về khả năng làm việc . Đặc biệt chú ý tới các chỉ tiêu bền tĩnh; bền quá tải; bền mỏi; bền mòn; chỉ tiêu về chống biến dạng và chịu dao động cũng như khả năng chịu nhiệt của chi tiết máy.

7) Tiến hành giải chuỗi kích thước cho các chi tiết máy và cụm chi tiết máy nếu cần thiết. Chọn hệ thống và kiểu lắp cho các chi tiết máy lắp với nhau.

8) Kiểm tra đánh giá trên quan điểm độ bền đều giữa các chi tiết máy cũng như so sánh các chỉ tiêu về khả năng làm việc của chúng với các trị số cho phép. Nếu thấy không cân đối và không thỏa mãn các chỉ tiêu quy định phải tiến hành tu chỉnh hoặc thiết kế lại.

3.3. CÁC CHỈ TIÊU VỀ KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

3.3.1. Sức bền

Sức bền là chỉ tiêu quan trọng nhất đối với đại đa số chi tiết máy. Chi tiết máy không đủ bền có thể bị biến dạng dư lớn hoặc bị phá hỏng khi chịu tải.

a. Phân loại sức bền

- Dựa vào đặc điểm và nguyên nhân phá hỏng của chi tiết máy người ta phân ra hai loại sức bền: sức bền thể tích và sức bền bề mặt. Sức bền thể tích là khả năng chịu đựng ứng suất bên trong khi chịu tải của một chi tiết máy. Sức bền bề mặt là khả năng chịu đựng ứng suất tiếp xúc (cả ứng suất dập) trên bề mặt làm việc của chi tiết máy. Chi tiết máy không đủ bền thể tích thường bị gãy, vỡ hoặc bị biến dạng dư quá lớn. Còn chi tiết máy không đủ bền bề mặt thường bị dập, xước hoặc bong, tróc, rỗ bề mặt, v.v...

- Dựa vào tính chất của ứng suất gây nên sự phá hỏng người ta chia ra sức bền tĩnh và sức bền mỏi. Sức bền tĩnh là khả năng chịu đựng ứng suất không thay đổi theo thời gian (gọi tắt là ứng suất tĩnh). Sức bền mỏi là khả năng chịu đựng ứng suất thay đổi theo thời gian của chi tiết máy mà không bị phá hỏng trong suốt quá trình làm việc.

b. Phương pháp tính toán chung:

** Tính toán theo ứng suất cho phép:*

Phương pháp tính sức bền thông dụng hiện nay đối với chi tiết máy là so sánh ứng suất sinh ra với trị số ứng suất cho phép - tức là khống chế ứng suất sinh ra trong chi tiết máy nhỏ hơn một giới hạn nhất định.

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$\tau \leq [\tau] \qquad (3.1)$$

với $$[\sigma] = \frac{\sigma_{Lim}}{[s]} \qquad [\tau] = \frac{\tau_{Lim}}{[s]}$$

Trong đó:

σ, τ - ứng suất sinh ra trong chi tiết máy;

$[\sigma]$, $[\tau]$ - ứng suất pháp cho phép và ứng suất tiếp cho phép.

σ_{Lim}, τ_{Lim} - ứng suất pháp giới hạn và ứng suất tiếp giới hạn. Khi đạt đến các trị số này vật liệu chi tiết máy bị phá hủy.

Trường hợp chi tiết máy chịu ứng suất tĩnh, đối với vật liệu dẻo, ứng suất giới hạn là giới hạn chảy của vật liệu ($\sigma_{Lim} = \sigma_y \equiv \sigma_{0,2}$), đối với vật liệu dòn - là giới hạn bền ($\sigma_{Lim} = \sigma_T \equiv \sigma_b$).

* *Tính toán theo độ bền mỏi:*

Trường hợp chi tiết máy chịu ứng suất thay đổi phải tính theo giới hạn mỏi của vật liệu (S_F).

Trong cuốn sách này khi tính toán độ bền mỏi chi tiết máy chịu ứng suất *thay đổi ổn định*, để đơn giản chỉ tính toán theo sức bền mỏi dài hạn (tính để đảm bảo chi tiết máy chịu được số chu kỳ thay đổi ứng suất rất lớn). Phương pháp tính toán độ bền mỏi của chi tiết máy có thể tìm hiểu thêm trong các tài liệu [9].

Biểu thức (3.1) cho thấy, có thể điều chỉnh độ bền hợp lý bằng hai cách: hoặc thay đổi ứng suất cho phép tức là phải thay đổi vật liệu, công nghệ chế tạo, hoặc thay đổi ứng suất thực tế thông qua việc thay đổi kích thước chi tiết máy.

Công thức chung để kiểm nghiệm hệ số an toàn mỏi là:

$$s = \frac{s_\sigma - s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \geq [s] \qquad (3.2)$$

$$\left.\begin{aligned} s_\sigma &= \frac{(\sigma_{-1})_{Dc}}{\sigma_a} \\ s_\tau &= \frac{(\tau_{-1})_{Dc}}{\tau_a} \end{aligned}\right\}$$

Trong đó: s_σ - hệ số an toàn ứng suất pháp.

7) Tiến hành giải chuỗi kích thước cho các chi tiết máy và cụm chi tiết máy nếu cần thiết. Chọn hệ thống và kiểu lắp cho các chi tiết máy lắp với nhau.

8) Kiểm tra đánh giá trên quan điểm độ bền đều giữa các chi tiết máy cũng như so sánh các chỉ tiêu về khả năng làm việc của chúng với các trị số cho phép. Nếu thấy không cân đối và không thỏa mãn các chỉ tiêu quy định phải tiến hành tu chỉnh hoặc thiết kế lại.

3.3. CÁC CHỈ TIÊU VỀ KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

3.3.1. Sức bền

Sức bền là chỉ tiêu quan trọng nhất đối với đại đa số chi tiết máy. Chi tiết máy không đủ bền có thể bị biến dạng dư lớn hoặc bị phá hỏng khi chịu tải.

a. Phân loại sức bền

- Dựa vào đặc điểm và nguyên nhân phá hỏng của chi tiết máy người ta phân ra hai loại sức bền: sức bền thể tích và sức bền bề mặt. Sức bền thể tích là khả năng chịu đựng ứng suất bên trong khi chịu tải của một chi tiết máy. Sức bền bề mặt là khả năng chịu đựng ứng suất tiếp xúc (cả ứng suất dập) trên bề mặt làm việc của chi tiết máy. Chi tiết máy không đủ bền thể tích thường bị gãy, vỡ hoặc bị biến dạng dư quá lớn. Còn chi tiết máy không đủ bền bề mặt thường bị dập, xước hoặc bong, tróc, rỗ bề mặt, v.v...

- Dựa vào tính chất của ứng suất gây nên sự phá hỏng người ta chia ra sức bền tĩnh và sức bền mỏi. Sức bền tĩnh là khả năng chịu đựng ứng suất không thay đổi theo thời gian (gọi tắt là ứng suất tĩnh). Sức bền mỏi là khả năng chịu đựng ứng suất thay đổi theo thời gian của chi tiết máy mà không bị phá hỏng trong suốt quá trình làm việc.

b. Phương pháp tính toán chung:

** Tính toán theo ứng suất cho phép:*

Phương pháp tính sức bền thông dụng hiện nay đối với chi tiết máy là so sánh ứng suất sinh ra với trị số ứng suất cho phép - tức là khống chế ứng suất sinh ra trong chi tiết máy nhỏ hơn một giới hạn nhất định.

$$\sigma \leq [\sigma]$$
$$\tau \leq [\tau] \qquad (3.1)$$

s_τ - hệ số an toàn ứng suất tiếp.

$(\sigma_{-1})_{Dc}$ - giới hạn mỏi của chi tiết máy có tập trung ứng suất khi chịu kéo-nén hay uốn ở một điều kiện nào đó.

$(\tau_{-1})_{Dc}$ - giới hạn mỏi của chi tiết máy có tập trung ứng suất khi chịu xoắn (hoặc cắt) ở một điều kiện nào đó.

σ_a ; τ_a - giá trị danh nghĩa của biên độ ứng suất thay đổi xuất hiện ở một điểm nguy hiểm dưới tác động chế độ tải trọng.

[s] - hệ số an toàn mỏi cho phép. Việc chọn đúng trị số này sẽ đảm bảo cho chi tiết máy và kết cấu có độ tin cậy cao, giá thành hạ, chất lượng tốt, khối lượng phù hợp, v.v... Đó là vấn đề rất phức tạp, đòi hỏi phải có nhiều kinh nghiệm.

Có hai cách xác định hệ số [s]:

- Dùng bảng cho sẵn trong sổ tay. Cách này nhanh, chắc chắn nhưng phạm vi sử dụng hẹp.

- Xác định [s] theo hệ số thành phần :

$$[s] = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3$$

Ở đây: s_1 - hệ số xét đến mức độ chính xác của việc xác định tải trọng và ứng suất $s_1 = 1,2 \div 1,6$. Khi không xác định chính xác được thì có thể lấy $s_1 = 1.0$.

s_2 - hệ số xét độ đồng nhất của vật liệu. Chi tiết máy bằng thép rèn, thép cán: $s_2 = 1,2 \div 1,5$; bằng thép đúc $s_2 = 1,5 \div 1,8$; bằng gang $s_2 = 1,5 \div 2,5$.

s_3 - hệ số xét tới mức độ quan trọng và yêu cầu về *an toàn lao động*, $s_3 = 1 \div 1,5$.

Rõ ràng cách xác định [s] theo hệ số thành phần có quá nhiều lời giải. Khi cần chọn hệ số an toàn mỏi, có thể dùng tài liệu [10].

3.3.2. Độ bền mòn - mỏi - gỉ

Thực tế cho thấy đại đa số chi tiết máy bị hỏng vì mòn, ví dụ, bộ truyền xích, ổ lăn [2,3]. Cho nên độ bền mòn là chỉ tiêu đáng chú ý. Cũng như độ cứng vững, có lúc độ bền mòn trở thành chỉ tiêu quyết định kích thước của chi

tiết máy. (Ví dụ, trục vít của kích nâng chẳng hạn. Vì để đảm bảo điều kiện bền mòn nên nó có kích thước rất thừa bền - nếu chỉ xét riêng điều kiện bền nén).

Mòn dẫn đến các tác hại sau: thay đổi các đặc trưng lắp ghép giữa các chi tiết máy, làm xuất hiện và tăng dần khe hở; làm giảm độ bền; tăng va đập, rung động. (Ví dụ, mòn nhiều làm cho các cơ quan tầm hướng của khẩu pháo kém chính xác, mòn nhiều làm cho rãnh khóa nòng, lòng nòng súng, lòng nòng pháo... rộng ra, không bắn được). Khi các vòng găng quả nén trong động cơ nổ mòn nhiều công suất của máy giảm.

Phương pháp tính sức bền mòn thông dụng hiện nay là xác định điều kiện bôi trơn tốt nhất (điều kiện có ma sát ướt) hoặc hạn chế áp suất giữa hai bề mặt tiếp xúc nhỏ hơn một giới hạn nhất định. Phép tính thứ hai thường dùng hơn vì đơn giản. Tuy nhiên, đây là phép tính gần đúng, có tính chất quy ước nhiều, nên chỉ dùng trong trường hợp khó tính toán hoặc không cần thiết tính theo ma sát ướt.

Hiện tượng ăn mòn và gỉ các chi tiết máy làm cho độ bền và tuổi thọ của chúng nhanh chóng suy giảm. Chưa có một cách thức khả dĩ nào để tính toán độ bền khi chịu ứng suất thay đổi kèm theo sự ăn mòn. Để chống lại sự ăn mòn và gỉ, chủ yếu dùng biện pháp sơn phủ bề mặt [9].

3.3.3. Độ cứng vững

Độ cứng vững của một chi tiết máy là khả năng chống lại sự thay đổi hình dáng của nó khi chịu tải. Độ cứng vững cũng là một chỉ tiêu khá quan trọng. Độ cứng vững của một chi tiết máy không đảm bảo có thể ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc của máy. Ví dụ, thân máy cắt kim loại không cứng vững nhất định sẽ làm giảm năng suất và độ chính xác chế tạo sản phẩm. Vì vậy thân máy cắt kim loại có kích thước rất thừa bền - nếu chỉ xét riêng về độ bền. Trong trường hợp này *chỉ tiêu về độ cứng vững* là chỉ tiêu quyết định kích thước cuối cùng của chi tiết máy.

Cần phân biệt hai loại độ cứng vững sau:

- *Độ cứng vững thể tích* (hay còn gọi là độ cứng vững bản thân) là khả năng chống lại biến dạng đàn hồi của toàn bộ vật liệu chi tiết máy khi chịu tải. Để tính độ cứng vững thể tích, người ta xem chi tiết máy như một thanh và khống chế chuyển vị của nó (xem giáo trình *sức bền vật liệu*).

- *Độ cứng vững tiếp xúc* là khả năng chống lại sự biến dạng đàn hồi của lớp vật liệu trên bề mặt tiếp xúc của chi tiết máy. Độ cứng vững tiếp xúc được tính theo các công thức của lý thuyết ứng suất và biến dạng tiếp xúc (theo điểm hoặc đường).

3.3.4. Tính chịu dao động

Tính chịu dao động cũng là những chỉ tiêu cần chú ý đối với một số chi tiết máy. Vì vậy nhiều lúc phải tính dao động của chi tiết máy.

Việc tính toán dao động áp dụng cho các chi tiết máy quay nhanh là để tránh các dao động cộng hưởng nguy hiểm. Việc tính toán dao động là khống chế biên độ và tần số dao động dưới một mức quy định nào đó.

3.3.5. Độ tin cậy của chi tiết máy và các bộ phận máy

Độ tin cậy của chi tiết máy và các bộ phận máy là khả năng làm việc bình thường của chúng trong thời gian quy định mà không xảy ra phá hỏng.

Máy móc ngày càng phức tạp, càng hiện đại (bao gồm các khối cơ, khối điện, khối điện tử - vi mạch,... thì độ tin cậy ngày càng có ý nghĩa quan trọng. Nếu độ tin cậy thấp, chỉ cần một chi tiết máy hay một bộ phận bị hỏng là toàn bộ máy hoặc một dây chuyền công nghệ có thể lập tức ngừng làm việc hoặc dẫn đến những tai nạn khác nguy hiểm.

Nói tới độ tin cậy của một chi tiết máy hay một bộ phận máy chủ yếu là nói đến xác suất làm việc bình thường của chúng. Ví dụ, với 1000 lần mở máy có 980 lần máy làm việc bình thường thì độ tin cậy được đánh giá bằng hệ số 0,98.

Độ tin cậy của máy chủ yếu phụ thuộc vào chất lượng sử dụng; chế tạo và mức độ phù hợp giữa điều kiện làm việc thực và điều kiện làm việc đã kể đến khi thiết kế nó. Vì vậy thiết kế, chế tạo và sử dụng máy là những khâu rất quan trọng liên quan chặt chẽ hữu cơ với nhau nhằm nâng cao độ tin cậy. Việc tính toán độ tin cậy có thể tham khảo các tài liệu [8, 9].

3.4 NHỮNG NHỮNG QUAN ĐIỂM VỀ TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

3.4.1 Đặc điểm của phương pháp tính sức bền của chi tiết máy

- *Đặc điểm thứ nhất:*

Khác với cách tính trong "*Sức bền vật liệu*", ở đây phải kể đầy đủ đến các yếu tố ảnh hưởng khác như: độ bền mòn, độ chính xác chế tạo, đặc điểm lắp ghép giữa các chi tiết, v.v...

Do điều kiện làm việc của chi tiết thường rất phức tạp (cùng một lúc có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến), hình dáng chi tiết cũng muôn hình muôn vẻ, cho nên trong nhiều trường hợp không thể tìm được công thức tính toán chính xác, mà phải dùng các công thức kinh nghiệm hoặc các công thức có các hệ số kinh nghiệm để hiệu chỉnh tính toán.

- *Đặc điểm thứ hai*:

Khác với cách tính trong "Sức bền vật liệu", ở đây người ta không cho sẵn vật liệu và hệ số an toàn mà buộc người thiết kế phải tự chọn lấy. Cũng vì lẽ ấy, bài toán thiết kế chi tiết máy là bài toán kỹ thuật có nhiều lời giải khả dĩ. Nhiệm vụ của người thiết kế là phải chọn được lời giải hợp lý nhất trên cơ sở biết phân tích một cách khoa học và thật sự kiên trì khi tính toán trong quá trình xây dựng những phương án khác nhau.

Đặc điểm này có thể khái quát lại là quá trình *tính toán thiết kế chi tiết máy là quá trình tính toán gần đúng dần (Tính toán sơ bộ (Phép thử) - Tính toán kiểm nghiệm (Sai))* lựa chọn; so sánh; quyết định. Đặc trưng tiêu biểu nhất của việc tính bền chi tiết máy là tính bền mỏi. Quá trình tính toán thiết kế phải sử dụng rất nhiều công thức kinh nghiệm và các dữ liệu, số liệu (các bảng hệ số; các toán đồ...) thu được từ thực nghiệm [6, 9].

3.4.2 Những quan điểm về tính toán thiết kế chi tiết máy

3.4.2.1 Quan điểm về tính công nghệ của chi tiết máy

Khi thiết kế chi tiết máy, phải chú ý đến tính công nghệ của chúng, vì rằng tính công nghệ có ảnh hưởng trực tiếp đến tính kinh tế. *Một chi tiết có tính công nghệ cao trong một điều kiện sản xuất nhất định phải là chi tiết dễ chế tạo, ít tốn thời gian, năng lượng và nguyên liệu nhất.* Nói cách khác, một chi tiết máy có tính công nghệ cao là chi tiết máy cho phép tiến hành các loại công nghệ cần thiết để nó từ bản vẽ thiết kế trở thành sản phẩm thực với phương châm: "*nhanh, nhiều, tốt, rẻ*".

Để đảm bảo chi tiết có tính công nghệ, khi thiết kế phải chú ý đến các điểm cơ bản sau:

- Kết cấu phải phù hợp với điều kiện và quy mô sản xuất.

- Kết cấu phải đơn giản và hợp lý.

- Cấp chính xác và độ nhẵn được chọn đúng mức.

Các chi tiết máy chế tạo riêng lẻ xong, phải lắp ghép với nhau tạo thành các chi tiết ghép hay các cụm máy (bộ phận máy). Các chi tiết được lắp ghép với nhau bằng các chi tiết ghép.

Để hợp thành một máy, các chi tiết và bộ phận máy được liên kết với nhau. Có hai loại liên kết: liên kết động và liên kết cố định.

- Liên kết động là liên kết cho phép các chi tiết có thể chuyển động tương đối với nhau theo một quy luật nhất định. Ví dụ: ổ, bánh răng ăn khớp, v.v...

- Liên kết cố định giữa các chi tiết là làm cho các chi tiết máy gắn kết thành một cụm duy nhất, không có chuyển động tương đối so với nhau.Ví dụ như mối ghép ren, mối ghép then, mối ghép bằng hàn, v.v...

Tùy theo khả năng có thể tháo được hay không, lại chia ra mối ghép tháo được và không tháo được.

Mối ghép tháo được là mối ghép có thể tháo lắp nhiều lần mà chi tiết vẫn không bị hỏng (các mối ghép ren, then, then hoa và trục định hình thuộc loại này).

Mối ghép không tháo được như mối ghép đinh tán, hàn, v.v... Khi tháo rời các mối ghép này các chi tiết sẽ bị phá hỏng từng phần hay phá hủy toàn bộ.

Tuy chi tiết dùng để ghép không phải là chi tiết cơ bản của máy, nhưng nếu khi thiết kế không chú ý đúng mức có thể dẫn đến những tác hại không lường được.

Chỉ tiêu cơ bản về khả năng làm việc và tính toán đối với chi tiết máy ghép là sức bền.

3.4.2.2. Quan điểm về tiêu chuẩn hóa Chi tiết máy

Tiêu chuẩn hóa là một vấn đề có ý nghĩa rất quan trọng đối với việc quản lý và phát triển kinh tế quốc dân. Bởi vì việc ứng dụng tiêu chuẩn có tác dụng "*thống nhất hóa, cơ khí hóa, chuyên môn hóa và hợp tác hóa sản xuất, nâng cao chất lượng, bảo đảm tính lắp lẫn và tính tổ hợp của sản phẩm, bảo đảm*

sử dụng hợp lý và tiết kiệm nguyên liệu, nhiên liệu, rút ngắn thời gian thiết kế và sản xuất, nâng cao hiệu suất lao động, giảm giá thành sản xuất ". Ở nước Việt Nam đã có hai Nghị định về vấn đề này: NĐ 123-CP và NĐ 141-HĐBT.

Ngày nay việc ứng dụng những tiêu chuẩn của ISO đang trở nên một vấn đề bức xúc đối với các nhà thiết kế máy cơ khí. Những chi tiết máy có công dụng chung, ngày nay đều được tiêu chuẩn hoá. Khi thiết kế, cần sử dụng triệt để chúng.

3.4.2.3. Quan điểm thiết kế tối ưu - chất lượng cục bộ

Trong khi chọn vật liệu, nhiều trường hợp phải giải bài toán tối ưu hàm mục tiêu đa biến (Multivariable Optimization Problems). Nếu gọi *CR* (CRiterion) là hàm mục tiêu, khi thiết kế chi tiết máy có thể theo các chỉ dẫn sau đây:

+ Khi chi tiết máy làm việc trong môi trường ăn mòn, chịu tải va đập.

$$CR = \sigma_y \cdot K_{IC} \cdot K_{cor} = max \qquad (3.3)$$

Bảng 3-1. *Độ bền nứt rạn K_{IC} của một số nhóm vật liệu thường dùng*

N⁰	Vật liệu	Dạng phá hủy	K_{IC}, MPa. m$^{1/2}$
1	*Thép xây dựng không hợp kim*	*Dẻo*	300,00 ÷ 400,00
2	Thép xây dựng hợp kim thấp	*Dòn*	10,00 ÷ 100,00
3	*Hợp kim nhôm*	*Dẻo*	22,00 ÷ 33,00
4	*Hợp kim titan*	*Dẻo*	30,00 ÷ 120,00
5	*Nhôm oxýt*	*Dòn*	3,00 ÷ 5,30
6	*Thủy tinh*	*Dòn*	0,30 ÷ 0,60

Trong đó:

$\sigma_y = \sigma_{0,2} = \sigma_c$ - σ_yK - giới hạn chảy.

K_{IC} - hệ số cường độ ứng suất tới hạn (hay *độ bền nứt rạn*, hay độ dai phá hủy [9]).

---

* Trích "*Điều lệ về Tiêu chuẩn Việt Nam*" do Hội đồng Chính phủ ban hành. Hà Nội, "KHKT", 1963 - Nghị định 123- CP.

* "*Điều lệ về công tác Tiêu chuẩn hóa*". Hà Nội, "KH", 1982 - Nghị định 141- HĐBT.

K_{cor} - độ chống ăn mòn của vật liệu.

Trong *bảng 3.1* giới thiệu độ bền nứt rạn K_{IC} (hay độ dai phá hủy) của một số vật liệu.

+ Trong lò phản ứng hạt nhân nếu yêu cầu hấp phụ nơtron $\sum a$ bé nhất; độ dẫn nhiệt λ cao nhất, giới hạn từ biến σ_{gT} cao nhất và sức chống ăn mòn đối với nhiên liệu bên trong và nước làm nguội bên ngoài ống là cao nhất, thì:

$$CR = \frac{\lambda . \varepsilon_{gT} . K_{cor}}{\sum a} = \max \qquad (3.4)$$

Qua các ví dụ trên có thể thấy rằng trong thiết kế chi tiết máy cần thấm nhuầm sâu sắc quan điểm thiết kế tối ưu và thiết kế theo tiêu chuẩn chất lượng cục bộ.

3.4.2.4. Quan điểm thiết kế toàn diện

- Yêu cầu áp dụng tối đa kỹ thuật cơ-điện tử "*Mechatronic*" vào quá trình thiết kế và ứng dụng công nghệ thông tin để thiết kế ra những máy điều khiển số nhờ máy tính - những máy CNC (Computer Numerical Control).

- Cần tính đến các khía cạnh tâm lý, đạo đức, luật pháp của xã hội: chẳng hạn giảm thiểu số lượng chủng loại vật liệu để đỡ chi phí cho khả năng cung ứng và vận chuyển; giảm thiểu số lượng các nguyên công của quy trình công nghệ để tiết kiệm năng lượng; tiết kiệm thời gian, nhân lực... và tăng năng suất lao động.

- Cần tính tới đặc điểm tâm sinh lý và bản sắc văn hóa dân tộc. Muốn vậy cần áp dụng những nguyên lý của *công thái học* (*Ergonomy*) [12] vào quá trình thiết kế máy, sao cho các cụm máy, các chi tiết máy có màu sắc phù hợp với tâm lý người sử dụng; hình dáng kích thước phù hợp với các chỉ tiêu về nhân trắc của người Việt Nam (người sử dụng nói chung), v.v..., đảm bảo an toàn lao động, quý trọng công cụ lao động; kích thích hứng thú lao động và tăng năng suất lao động và góp phần giảm thiểu bệnh nghề nghiệp.

Quan điểm thiết kế toàn diện đặt ra cho người thiết kế phải nghiên cứu, so sánh nhiều phương án để chọn ra phương án tốt nhất có thể nhằm đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế, xã hội.

3.4.3 Những nguyên tắc tự động hoá tính toán thiết kế chi tiết máy

Hệ thống chương trình tự động hoá thiết kế (System Automatic Programs - SAP) làm việc theo các nguyên tắc sau:

Nguyên tắc thứ nhất nhất thể hoá hệ thống triệt để.

Các chi tiết máy được thiết kế ra dựa trên cùng một hệ thống tiêu chuẩn, cùng hệ thống đơn vị, cùng hệ thống kiểm tra đánh giá và quản lý chất lượng;

Nguyên tắc thứ hai: tiêu chuẩn hoá cao độ.

Các tiết máy đã được tiêu chuẩn hoá được sử dụng triệt để, hình 3.1.

Nguyên tắc thứ ba: chia sẻ mô hình mau lẹ.

Khi thay đổi một phần hoặc toàn bộ mô hình chi tiết máy bằng một mô hình mới thì các thông tin thuộc mô hình mới được chia sẻ cho tất cả các bước: tính toán, kiểm nghiệm, chế tạo, sản xuất...Kỹ thuật mô phỏng được sử dụng triệt để, hình 3.2.

Nguyên tắc thứ tư: thích ứng linh hoạt và phát triển liên tục.

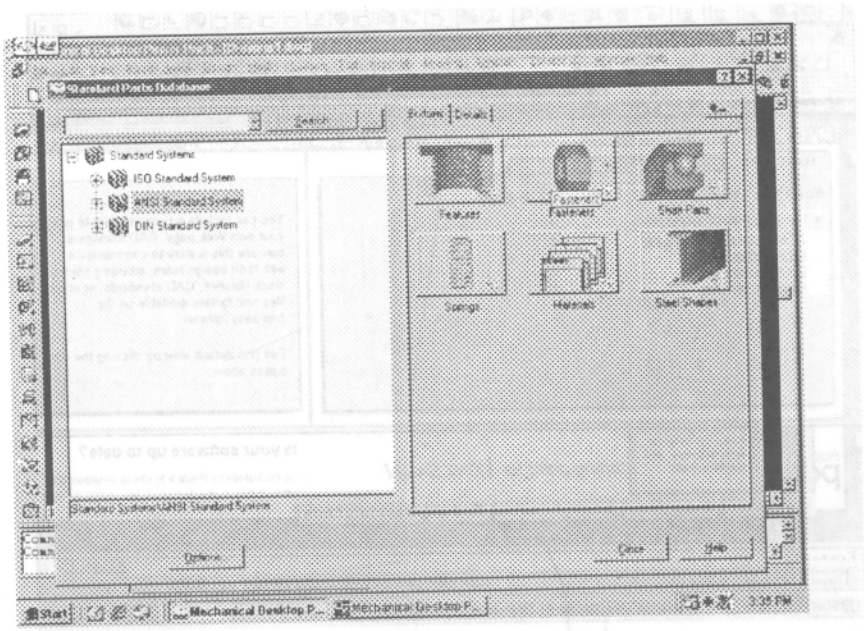
Nguyên tắc này cho phép rút ngắn việc thiết kế các chi tiết máy liên hợp. Ví dụ, khi đã thiết kế một bulông hoàn chỉnh, các chi tiết máy liên hợp lắp trên nó, như đai ốc, vòng đệm... được linh hoạt thiết kế theo, sao cho lắp ráp thích ứng với bulông...

Nguyên tắc thứ năm: thống nhất thông tin tối đa.

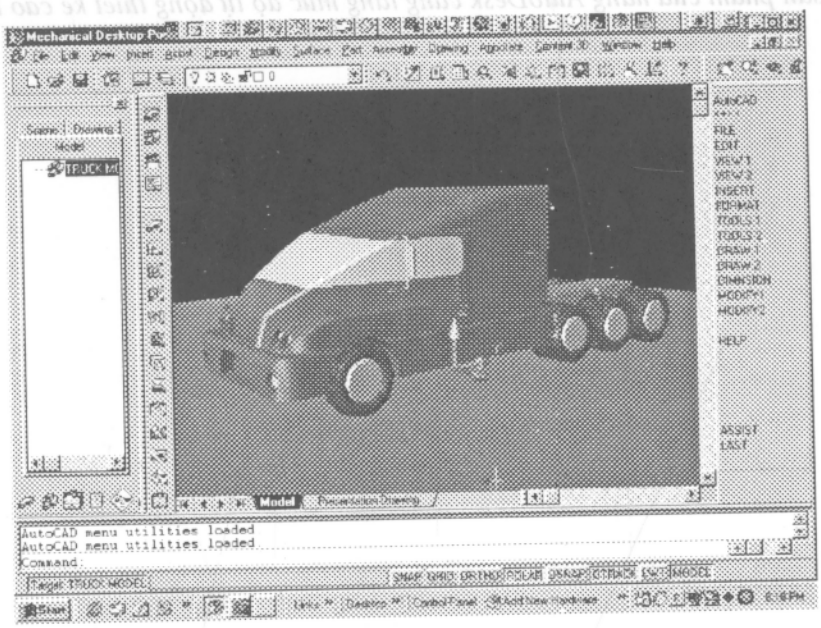
Cấu trúc dữ liệu, hay dùng hiện nay là *cơ sở dữ liệu đồ hoạ thuộc tính* (Graphic Properties Database). Thông tin về các đối tượng thiết kế phải cùng chủng loại để thuận lợi cho việc thiết kế hướng đối tượng. Các thông tin cũ, dư thừa, trùng lặp được đào thải tự động theo một cơ chế nhất định.

Nguyên tắc thứ sáu: tích hợp hoàn thiện không ngừng.

Việc thiết kế mới chi tiết máy đòi hỏi phải kế thừa những ưu điểm cơ bản của những chi tiết cùng loại đã có. Vì thế nó đòi hỏi sự tích hợp và phát triển không ngừng, hình 3.3.

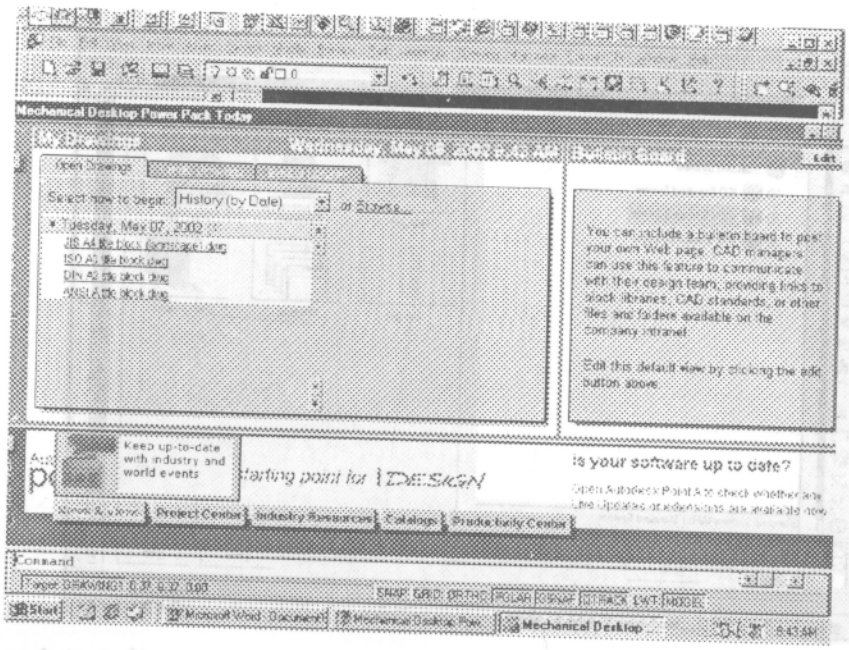


Hình 3.1. *Những chi tiết máy có công dụng chung đã được tiêu chuẩn hoá theo DIN*



Hình 3.2. *Ôtô - Một trong số mô hình mẫu*

(Trong phần mềm MDT có khoảng 1 triệu bản vẽ mẫu đặt trong thư viện thuận lợi cho việc tự động hoá thiết kế).



Hình 3.4. *Sự chia sẻ sản phẩm thiết kế được thực hiện dễ dàng nhờ kết nối với trung tâm sản phẩm của hãng AutoDesk càng tăng mức độ tự động thiết kế cao hơn.*

PHẦN II

TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN NHỜ SỰ TRỢ GIÚP CỦA PHẦN MỀM MAPLE 6

Chương 4

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐAI

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

```
> n1:=2922;u:=3;T1:=18.42;N1:=5.524;
```

$$n1 := 2922$$

$$u := 3$$

$$T1 := 18.42$$

$$N1 := 5.524$$

4.1 CHỌN LOẠI ĐAI

```
> restart;Digits:=4:
```

Chọn loại đai *hình thang loại A* có mặt cắt thường của Liên bang Nga. [4] Các thông số của đai như sau:

```
> Tendai:=["O","A","b","B"];
btt:=[8.5,11,14,19];
bb:=[10,13,17,22];
hh:=[6,8,10.5,13.5];
AA:=[47,81,138,230];
d11:=[100,150,200,300];
yo:=[2.1,2.8,4,4.8];
E:=100;
```

dtc2:=[100,112,125,140,160,180,200,224,250,280,315,355,400,450,500,560,630,710,800,900,1000];

ll:=[400,450,500,560,630,710,750,800,900,1000,1120,1250,1400,1600,1800,2000,2240,2500,2800,3150,3550,4000];

P0:=[1.17,2.2,4,6.59];

l0:=[1320,1700,2240,3750];

tt:=[12,15,19,25.5];

ee:=[8,10,12.5,17];

h0:=[2.5,3.3,4.2,5.7];

qmm:=[0.061,0.105,0.178,0.3];

Thủ tục xác định các thông số hình học của đai :

```
> bien:=1:
"Loai dai";Tendai[bien];
bt:=btt[bien];
b:=bb[bien];
h:=hh[bien];
A:=AA[bien];
d1:=d11[bien];
y0:=yo[bien];
E:=100;
```

"Loai dai"

"O"

$bt := 8.5$

$b := 10$

$h := 6$

$A := 47$

$d1 := 100$

$y0 := 2.1$

$E := 100$

4.2 TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC VÀ KÍCH THƯỚC

Vận tốc đai:

```
> v:=evalf(Pi*d1*n1/60000,5);
```

$$v := 15.300$$

Chọn ε =0.02.

```
> epsilon:=0.02;
```

Đường kính bánh đai lớn là :

```
> dsb21:=u*d1/(1-epsilon);
for i from 1 by 1 to 20 do
if (dsb21=dtc2[i]) then d2:=dtc2[i] fi;
if(dsb21>dtc2[i])and(dsb21<(dtc2[i]+dtc2[i+1])/2) then d2:=dtc2[i] fi;
if(dsb21<=dtc2[i+1])and(dsb21>=(dtc2[i]+dtc2[i+1])/2) then
d2:=dtc2[i+1] fi od;d2:=d2;
```

$$\varepsilon := .02$$

$$dsb21 := 306.1$$

$$d2 := 315$$

Tỷ số truyền thực tế là :

```
> utt:=d2/(d1*(1-epsilon));
```

$$utt := 3.214$$

Đánh giá sai số :

```
> Delta[ui]:=abs(evalf((utt-u)/u));
if (Delta[ui]<.75) then True elif (Delta[ui]>.75) then False fi;
```

$$\Delta_{ui} := .07133$$

$$True$$

Δ <5%; Chọn chiều dài sơ bộ khoảng cách trục là a/d2 :=1,5 :

```
> Delta[1]:=3.14*(d1+d2)/2;Delta[2]:=evalf((d2-d1)^2/4);a1:=1.5*d2;
```

Chiều dài đai tính sơ bộ được là:

```
> l1:=2*a1+Delta[1]+Delta[2]/a1;
```

$$\Delta_1 := 651.6$$

$$\Delta_2 := 11560.$$

$$a1 := 472.5$$

$$l1 := 1621.$$

Theo tiêu chuẩn chọn chiều dài dây đai l(mm):

> for i from 1 by 1 to 21 do

if (l1=l[i]) then l:=ll[i] fi; if(l1>ll[i])and(l1<(ll[i]+ll[i+1])/2) then l:=ll[i] fi;

if(l1<=ll[i+1])and(l1>=(ll[i]+ll[i+1])/2) then l:=ll[i+1] fi od;l:=l;

$$l := 1600$$

Nghiệm số vòng quay của đai trong 1s:

> i:=v/l*10^(3);

$$i := 9.562$$

Khoảng cách trục theo chiều dài tiêu chuẩn

> a:=((l-Delta[1]+sqrt((l-Delta[1])^2-8*Delta[2])))/4;

$$a := 461.7$$

4.3 KIỂM TRA CÁC ĐIỀU KIỆN GÓC ÔM VÀ ĐỊNH KÍCH THƯỚC BÁNH ĐAI

Kiểm tra các điều kiện :{0.55.(d1+d2)+h <= a <= 2.(d1+d2)} và {i < 10}

> if(.55*(d1+d2)+h<a)and(2*(d1+d2)>a)and(i<10)then True else False end if;

True

Góc ôm α

> "Goc om";alpha:=180-57*(d2-d1)/a;

if alpha>120 then True else False fi ;

"Goc om"

$$\alpha := 153.5$$

True

Công suất cho phép đối với dây đai thường :(Tra bảng 4.19 Tập[I])

> Po:=P0[bien];Tyso:=N1/Po:

Hệ số tải trọng động :

> Kd:=1.1;

Công suất trên bánh chủ động :

> P1:=N1;

Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của góc ôm :

> Calpha:=1-.0025*(180-alpha);

Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của tỷ số truyền :

Cu:=spline([1,1.2,1.6,1.8,2.2,2.4,3],[1,1.07,1.11,1.12,1.13,1.135,1.14],u,linear);

Hệ số kể đến sự phân bố không đều của tải trọng :

> zet:=P1/Po:Cz:=spline([1,2,3,4,5,6],[1,.95,.95,.9,.9,.85],zet,linear);

Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của chiều dài đai :

>lo:=l0[bien];ll:=l/lo:Cl:=spline([.5,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6,1.8,2,2.4],[.86,.89,.95,1,1.04,1.07,1.1,1.13,1.15,1.2],

ll,linear);

$$Po := 1.17$$

$$Kd := 1.1$$

$$P1 := 5.524$$

$$Calpha := .9338$$

$$Cu := 1.140$$

$$Cz := .9000$$

$$lo := 1320$$

$$Cl := 1.042$$

Xác định số đai z:

> z:=round(Tyso*Kd/(Calpha*Cl*Cu*Cz));

$$z := 5$$

Chiều rộng bánh đai :

> t:=tt[bien];e:=ee[bien];ho:=h0[bien];

Bề rộng của dây đai :

> B:=(z-1)*t+2*e;

$$t := 12$$

$$e := 8$$

$$ho := 2.5$$

$$B := 64$$

Đường kính ngoài của bánh đai :

> da:=d1+2*ho;

$$da := 105.0$$

4.4 XÁC ĐỊNH CÁC LỰC TÁC DỤNG LÊN TRỤC VÀ KIỂM BỀN

Xác định lực căng ban đầu:

> qm:=qmm[bien];;Fv:=qm*v^2;Fo:=780*N1*Kd/(v*Calpha*z)+Fv;

$$qm := .061$$

$$Fv := 14.28$$

$$Fo := 80.63$$

Lực tác dụng lên trục

> Fr:=evalf(2*Fo*z*sin(alpha*Pi/360));

$$Fr := 785.0$$

Lượng hiệu chỉnh mômen :

> Delta[Tu]:=.12;

Lượng hiệu chỉnh công suất :

> Delta[NU]:=10^(-4)*Delta[Tu]*n1;

$$\Delta_{Tu} := .12$$

$$\Delta_{NU} := .03506$$

Công suất cho phép của một dây đai :

> Ct:=.7;P[chophep]:=(Po*Calpha*Cl+Delta[NU])*Ct;

$$Ct := .7$$

$$P_{chophep} := .8218$$

Tính ứng suất uốn (E=100) :

> sigma[U]:=2*y0/d1*100;

Tính ứng suất kéo :

> sigma[k]:=Fo/A+Po*10^3/(v*bt*2*h)+sigma[V];

$$\sigma_U := 4.200$$

$$\sigma_k := 2.770$$

>rho[m]:=1300;sigma[V]:=rho[m]*v^2/10^6;sigma[Max]:=sigma[k]+sigma[U];sigma[k]/sigma[U];sigma[y]:=9;zb:=2;upsilon[ul]:=1.8;th:=evalf((sigma[y]/sigma[Max])^11*10^4*upsilon[ul]/(3600*(v/l)*zb),3);

$$\rho_m := 1300$$

$$\sigma_V := .3043$$

$$\sigma_{Max} := 6.970$$

$$.6595$$

$$\sigma_y := 9$$

$$zb := 2$$

$$\upsilon_{ul} := 1.8$$

$$th := 4330.$$

Số lần thay đai :

> S[dai]:=evalf(12*12*30*2*8/th,5);

$$S_{dai} := 15.963$$

Các lực trên được dùng để tính trục.

Kết thúc quá trình tự động hoá tính toán.

Chương 5

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN XÍCH

> restart;Digits:=5:

CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT

> n1:=350;

$$n1 := 350$$

5.1 CHỌN LOẠI XÍCH

Ma trận quản lý các hệ số :

```
>CongsuatP:=Matrix([[50,200,400,600,800,1000,1200,1600],[.19,.68,1.2
3,1.68,2.06,2.42,2.72,3.2],[.35,1.27,2.29,3.13,3.86,4.52,5.06,5.95],[.45,1.61,2
.91,3.98,4.9,5.74,6.43,7.55],[.57,2.06,3.72,5.08,6.26,7.34,8.22,9.65],[.75,2.7,
4.88,6.67,8.22,9.63,10.8,12.7],[1.41,4.8,8.38,11.4,13.5,15.3,16.9,19.3],[3.2,1
1,19,25.7,30.7,34.7,38.3,43.8],[5.83,19.3,32,42,49.3,54.9,60],[10.5,34.8,57.7,
75.7,88.9,99.2,108],[14.7,43.7,70.6,88.3,101],[22.9,68.1,110,138,157]]):
pp:=[12.7,12.7,12.7,15.875,15.875,19.05,25.4,31.75,38.1,44.45,50.8]:
```

Thủ tục xác định n01 :

```
> for i from 1 by 1 to 7 do
if (n1=CongsuatP[1,i]) then n01:=CongsuatP[1,i] fi;
if(n1>CongsuatP[1,i])and(n1<(CongsuatP[1,i]+CongsuatP[1,i+1])/2) then
n01:=CongsuatP[1,i] fi;
if(n1<=CongsuatP[1,i+1])and(n1>=(CongsuatP[1,i]+CongsuatP[1,i+1])/2)
then n01:=CongsuatP[1,i+1] fi od;n01:=n01;
```

$$n01 := 400$$

Căn cứ vào bảng 5.4, trang 78, [4] (tập 2) với tỷ số truyền cho trước ta chọn số răng đĩa xích nhỏ và chọn số răng đĩa xích lớn:

>u:=5;z1:=spline([1,2,3,4,5,6],[30,27,25,22,20,25],u,linear);z2:=round(u*z1);

$$u := 5$$

$$z1 := 20$$

$$z2 := 100$$

Kiểm tra số răng đĩa lớn từ điều kiện hạn chế độ tăng bước xích do bản lề bị mòn sau 1 thời gian làm việc (với xích con lăn Zmax=120):

> if z2<120 then True else False fi;

True

Hệ số số răng

> kz:=25/z1;

Hệ số số vòng quay:

> kn:=n1/n1;

Công suất cần truyền :

> P:=3.5;

Hệ số điều kiện bôi trơn: môi trường có bụi, chất lượng bôi trơn II-bảng 5.7-[4]-tập 1.

> kbt:=1.3;

Hệ số chế độ làm việc của bộ truyền: làm việc 2 ca

> kc:=2;

Hệ số kể đến khả năng điều chỉnh của lực căng xích: lấy 1 trong các trục đĩa xích điều chỉnh được:

> kdc:=1;

Hệ số kể đến ảnh hưởng của vị trí bộ truyền :

> ko:=1;

Hệ số tải trọng động :

> kd:=1.35;

Hệ số kể đến ảnh hưởng của khoảng cách trục :

```
> ka:=1;
```

Hệ số thành phần sử dụng :

```
> k:=ko*ka*kdc*kc*kbt*kd;Kd:=1.7;
```

Công suất tính toán :

```
> Pt:=P*k*kz*kn;
```

$$kz := \frac{5}{4}$$

$$kn := 1$$

$$P := 3.5$$

$$kbt := 1.3$$

$$kc := 2$$

$$kdc := 1$$

$$ko := 1$$

$$kd := 1.35$$

$$ka := 1$$

$$k := 3.510$$

$$Kd := 1.7$$

$$Pt := 15.356$$

Thủ tục xác định Công suất cho phép của xích con lăn :

```
> vitri:=0:
for j from 1 to 8 do
if n01=CongsuatP[1,j]then vitri:=j;break fi od;
if vitri=0 then print("n01:-Khong nam trong day tieu chuan,cho lai gia tri
n1: ")fi;
if vitri<>0 then for i from 2 to 12 do
if Pt<CongsuatP[i,vitri] then
Pchophep:=CongsuatP[i,vitri];vt:=i;break fi od
fi ;
```

if (Pt>CongsuatP[11,vitri])then print("Khong tim duoc gia tri cua P[chophep] vi Pt > P[chophep]")fi;

if (vitri<>0)and(Pt<CongsuatP[12,vitri]) then "Cong suat cho phep :";Pchophep:=Pchophep;"Buoc xich";p:=pp[vt-1] fi;

"Cong suat cho phep :"

$$Pchophep := 19$$

"Buoc xich"

$$p := 25.4$$

Xác định bước xích lớn nhất cho phép:

> if z1>=15 then pmax:=spline([300,400,500,630,800,900,1000,1250],[50.8,44.45,38.1,31.75,25.4,19.05,15.875,12.7],n1,linear) else print("Khong tinh duoc pmax") fi;

$$pmax := 47.624$$

Kiểm tra bước xích lớn nhất cho phép:

> if (p<pmax)or(p=pmax) then True else False end if;

$$True$$

Xác định khoảng cách trục sơ bộ:

> asb1:=40*p;

Số mắt xích theo công thức (5.12),[4],tập 1 :

> x:=round(2*asb1/p+.5*(z1+z2)+(z2-z1)^2*p/(4*asb1*Pi^2));

$$asb1 := 1016.0$$

$$x := 144$$

Tính lại khoảng cách trục theo công thức (5.13):

> asb2:=round(evalf(.25*p*(x-.5*(z1+z2)+sqrt((x-.5*(z2+z1))^2-2*((z2-z1)/Pi)^2))));

$$asb2 := 1015$$

Để xích không chịu lực căng quá lớn, giảm aX đi một lượng:

> Deltaa:=0.003*asb2;

$$Deltaa := 3.045$$

Cuối cùng ta được:

> a:=round(asb2-Deltaa);

$$a := 1012$$

Số lần va đập iX của bản lề xích trong 1s, theo (5.14)-[4]-tập 1:

> i:=evalf(z1*n1/(15*x),3);

$$i := 3.24$$

Theo bảng 5.9-[4]-tập 1, xác định [i]:

ichophep:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75,38.1,44.45,50.8],[60,50,35,30,25,20,15,15],p,linear);

Kiểm tra điều kiện i<=[i] :

> if i<ichophep then True else False fi;

$$ichophep := 30.000$$

$$True$$

5.2 KIỂM NGHIỆM XÍCH VỀ ĐỘ BỀN

Tải trọng phá hỏng QX(N) và khối lượng 1m xích q(kg) , theo bảng 5.2-[4]-tập 1 :

>Q:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75],[42,69,105,164,246],p,linear);

q:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75],[2.3,3.9,5.9,13.2,18.8],p,linear);

$$Q := 163.99$$

$$q := 13.200$$

Vận tốc(m/s):

> v:=n1*z1*(p/1000)/60;

Lực vòng Fxt(N):

> Ft:=1000*P/v;

Khối lượng 1met xích trên 1đơn vị chiều rộng xích :

>qm:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75],[.058,.072,.86,.114,.145],p,linear);

Hệ số vận tốc

> if v<=10 then kv:=1 else kv:=1+qm*v/P fi;

Bề rộng xích :

> Bt:=250*P*k*kv/(p*v^(2/3));

Tra bảng 5.3 tập 1 ,xác định lại giá trị của B:

> if(p<=31.75)and(p>=12.7)then

if p=12.7 then BB:=[22.5,28.5,34.5,40.5] elif p=15.875 then BB:=[30,38,46,54] elif p=19.05 then BB:=[45,57,69,81] elif p=25.4 then BB:=[57,75,93,104] elif p=31.75 then BB:=[75,93,111,129] fi:

for i from 1 to 3 do

if Bt<BB[1] then B:=BB[1] elif Bt=BB[i] then B:=BB[i] elif Bt>BB[i] then B:=BB[i+1] elif Bt>BB[3] then B:=BB[3] else prit("Khong tim duoc gia tri cua B")fi od:B:=B,"mm" fi;

if p>31.75 then B:=spline ([38.1,44.45,50.8],[35.46,37.19,45.21],p,linear)fi;

$$v := 2.9633$$

$$Ft := 1181.1$$

$$qm := .11400$$

$$kv := 1$$

$$Bt := 58.608$$

$$B := 75, \text{"mm"}$$

Lực căng do trọng lượng nhánh xích bị động sinh ra F0X(N):

Hệ số phụ thuộc độ võng f của xích (bộ truyền nghiêng góc dưới 40 độ) :

> kf:=4;

> F0:=9.81*kf*q*a/1000;

$$kf := 4$$

$$F0 := 524.19$$

Lực căng do lực li tâm sinh ra FvX(N):

> Fv:=q*v^2;

$$Fv := 115.91$$

Hệ số an toàn theo công thức (5.15)-[4]-tập 1:

> s:=evalf(1000*Q/(Kd*Ft+F0+Fv),2);

$$s := 62.$$

Tra theo bảng 5.10-[4]-tập 1,để xác định hệ số an toàn cho phép :

>schophep[12.7]:=spline([50,200,400,600,800,1000,1200,1600],[7,7.8,8.5,9.3,10.2,11,11.7,13.2],n1,linear):

schophep[15.875]:=spline([50,200,400,600,800,1000,1200,1600],[7,7.8,8.5,9.3,10.2,11,11.7,13.2],n1,linear):

schophep[19.05]:=spline([50,200,400,600,800,1000,1200,1600],[7,8.2,9.3,10.3,11.7,12.9,14,16.3],n1,linear):

schophep[25.4]:=spline([50,200,400,600,800,1000,1200,1600],[7,8.2,9.3,10.3,11.7,12.9,14,16.3],n1,linear):

schophep[31.75]:=spline([50,200,400,600,800,1000,1200],[7,8.5,10.2,13.2,14.8,16.3,19.5],n1,linear):

schophep[38.1]:=spline([50,200,400,600,800,1000,1200],[7,8.5,10.2,13.2,14.8,16.3,19.5],n1,linear):

schophep[44.45]:=spline([50,200,400,600,800],[7,9.3,11.7,14,16.3],n1,linear):

schophep[50.8]:=spline([50,200,400,600,800],[7,9.3,11.7,14,16.3],n1,linear):

schophep:=schophep[p];

$$schophep := 9.0250$$

Kiểm tra các điều kiện :

> if s>schophep then True else False fi;

$$True$$

5.3 TÍNH CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌCĐĨA XÍCH

Các thông số hình học xác định theo bảng 13.4-[4]-tập 2:

- Đường kính vòng chia (mm):

> d1:=evalf(p/sin(Pi/z1));

d2:=evalf(p/sin(Pi/z2));

Đường kính vòng đỉnh răng(mm):

> da1:=p*evalf((.5+1/tan(Pi/z1)));

da2:=p*evalf((.5+1/tan(Pi/z2)));

Đường kính con lăn xích, theo bảng 5.2-[4]-tập I:

> dl:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75,38.1,44.45,50.8], [8.51,10.16,11.91,15.88,19.05,22.23,25.7,28.58],p,linear);

Bán kính đáy:

r:=.5025*dl+.05;

- Đường kính vòng đáy răng:

> df1:=d1-2*r;

df2:=d2-2*r;

$$d1 := 162.37$$

$$d2 := 808.63$$

$$da1 := 173.07$$

$$da2 := 820.95$$

$$dl := 15.880$$

$$r := 8.0297$$

$$df1 := 146.31$$

$$df2 := 792.57$$

Theo bảng 5.2-[4]-tập 1:

>h:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75,38.1,44.45,50.8],[11.8,14.8,18.2,24.2,30.2,36.2,42.4,48.3],p,linear);

b:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75,38.1,44.45,50.8],[21,24,33,38,46,58,62,72],p,linear);

$$h := 24.200$$

$$b := 38.000$$

Kiểm nghiệm độ bền tiếp xúc của đĩa xích theo (5.18)-[4]-tập 1,ứng suất tiếp xúc trên mặt răng đĩa xích:(MPa)

Hệ số ảnh hưởng của số răng đĩa xích k[r]:

>kr1:=spline([15,20,30,40,50,60],[.59,.48,.36,.29,.24,.22],z1,linear);

kr2:=spline([15,20,30,40,50,60],[.59,.48,.36,.29,.24,.22],z2,linear);

Mô đun đàn hồi(MPa):

> E:=2.1e5;

Theo bảng 5.12-[4]-tập 1, diện tích chiếu của bản lề(mm2):

>A:=spline([12.7,15.875,19.05,25.4,31.75,38.1,44.45,50.8],[39.6,51.5,106,180,262,395,473,645],p,linear);

Lực va đập trên m=1 dẫy xích: (N)

> Fvd1:=13e-7*n1*p^3;

n2:=n1/u:

Fvd2:=13e-7*n2*p^3;

> sigma[H1]:=.47*sqrt(kr1*(Ft*Kd+Fvd1)*E/(A*kd));

sigma[H2]:=.47*sqrt(kr2*(Ft*Kd+Fvd2)*E/(A*kd));

$$kr1 := .48000$$

$$kr2 := .14000$$

$$E := 210000.$$

$$A := 179.99$$

$$Fvd1 := 7.4560$$

$$Fvd2 := 1.4912$$

$$\sigma_{H1} := 429.75$$

$$\sigma_{H2} := 231.75$$

5.4 XÁC ĐỊNH LỰC TÁC DỤNG LÊN TRỤC

Theo công thức (5.20)-[4]-tập 1, tính được FrX(N), với kx là hệ số kể đến trọng lượng xích: trường hợp bộ truyền nghiêng một góc nhỏ hơn 40 độ:

> kX:=1.15;Fr:=kX*Ft;

$$kX := 1.15$$

$$Fr := 1358.3$$

Các lực trên sẽ được dùng để tính toán trục và chọn ổ.

Kết thúc quá trình tự động hoá tính toán.

Chương 6

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN BÁNH RĂNG TRỤ

> restart;Digits:=5:

CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT :

Số ngày trong tháng:

> ngay:=30:

Vận tốc băng tải(m/s):

> V:=2.5:

Số ca trong ngày:

> ca:=2:

Đường kính tang quay(mm):

> d:=200:

Số giờ 1 ca:

> g:=8:

Số năm sử dụng:

> Nam:=12:

6.1 CHỌN ĐỘNG CƠ

Các thông số đầu vào:

Công suất băng tải :

> P:=4.5:

Hiệu suất bộ truyền đai :

> etaD:=.95:

Hiệu suất ổ lăn :

> etaol:=.99:

Hiệu suất bộ truyền TV hoặcBR :

> etatvbr:=.8:

Hiệu suất khớp nối :

> etakn:=.99:

Hiệu suất của toàn bộ bộ truyền :

> etaht:=evalf(etaD*etatvbr*etaol^4*etakn^2,2);

$$etaht := .72$$

Tính toán các thông số :

> Pt1:=P:Pt2:=.8*Pt1:

Plv:=sqrt((Pt1*Pt1*.5*t+Pt2*Pt2*.5*t)/(.5*t+.5*t)):

Pdtdc:=Plv/etaht:

nlv:=round((60000*V)/(Pi*d));

if nlv>=25 then uchon:=iquo(3000,nlv) else uchon:=iquo(1500,nlv) end if;

nsb:=nlv*uchon;

$$nlv := 239$$

$$uchon := 12$$

$$nsb := 2868$$

Ma trận quản lý các số liệu các động cơ thường dùng:

>A:=Matrix([["4AA56B4Y3",0.18,1370,0.64,64],["4AA63B4Y3",0.37,1365,0.69,68],["4A71B4Y3",0.75,1370,0.73,72],["4A80B4Y3",1.5,1400,0.83,77],["4A100S4Y3",3.0,1420,0.83,82],["4A112M4Y3",5.5,1425,0.85,85.5],["4A132S4Y3",7.5,1455,0.86,87.5],["4A132M4Y3",11,1458,0.87,87.5],["4A160S4Y3",15,1460,0.88,89]]):B:=Matrix([["4AA56A2Y3",0.18,2760,0.76,66],["4AA63A2Y3",0.37,2750,0.86,70],["4A71A2Y3",0.75,2840,0.87,77],["4A80A2Y3",1.5,2850,0.85,81],["4A90L2Y3",3.0,2838,0.88,84.5],["4A100L2Y3",5.5,2880,0.91,87.5],["4A112M2Y3",7.5,2922,0.88,87.5],["4A132M2Y3",11,2907,0.9,88],["4A160S2Y3",15,2930,0.91,88.5]]):

Thủ tục lựa chọn loại động cơ :

> if (nsb>=1370)and(nsb<=1500) then

```
for i from 1 to 9 by 1 do
 if(Pdtdc>A[i,2])and(Pdtdc<=A[i+1,2])then
Tendongco:=A[i+1,1]:Pdmdc:=A[i+1,2]:ndc:=A[i+1,3]:cos(rho):=A[i+1,4]:et
a:=A[i+1,5]
 end if:
if(Pdtdc=A[i,2])then
Tendongco:=A[i,1]:Pdmdc:=A[i,2]:ndc:=A[i,3]:cos(rho):=A[i,4]:eta:=A[i,5]
 end if:
end do:
end if:
if (nsb>=1500)and(nsb<=3000) then
for i from 1 to 9 by 1 do
 if(Pdtdc>B[i,2])and(Pdtdc<=B[i+1,2])then
Tendongco:=B[i+1,1]:Pdmdc:=B[i+1,2]:ndc:=B[i+1,3]:cos(rho):=B[i+1,4]:eta
:=B[i+1,5]/100
 end if:
if(Pdtdc=B[i,2])then
Tendongco:=B[i,1]:Pdmdc:=B[i,2]:ndc:=B[i,3]:cos(rho):=B[i,4]:eta:=B[i,5]/10
0
 end if:
end do:
end if:
```

Thủ tục in ra màn hình các thông số về động dùng được chọn :

```
> "TEN DONG CO : ";Tendongco;"CONG SUAT DINH MUC :
";Pdmdc;"SO VONG QUAY : " ;ndc;"HE SO CONG SUAT :"
;cos(rho);"HIEU SUAT : ";evalf(eta) ;
                    "TEN DONG CO :
                    "4A112M2Y3"
                    "CONG SUAT DINH MUC :
```

7.5

"SO VONG QUAY :

2922

"HE SO CONG SUAT :

.88

"HIEU SUAT :

.87500

Kiểm tra điều kiện mở máy và quá tải:

Áp dụng công thức:

> Tdmdc:=evalf(9550*Pdmdc/ndc,3);

$$Tdmdc := 24.5$$

Mô men mở máy:(Nm)

> Tmm:=1.4*Tdmdc;Tmax:=2.2*Tdmdc;Tmin:=0.5*Tdmdc;

$$Tmm := 34.30$$

$$Tmax := 53.90$$

$$Tmin := 12.25$$

Mô men cho phép của động cơ không đồng bộ 3 pha (Nm):

Tcp:=evalf(.81*Tmax,3);

$$Tcp := 43.7$$

Mômen cản(Nm):

> Tcan:=evalf(9550*Plv/(ndc*etaht),3);

$$Tcan := 18.4$$

Mômen quá tải(Nm):

> Tmaxqt:=1.4*Tcan;

$$Tmaxqt := 25.76$$

Kiểm tra động cơ đã chọn có thỏa mãn các điều kiện làm việc của hệ thống:

>if(Pdtdc<Pdmdc)and(Tmm>Tcan)and(Tmaxqt<Tcp)then print("Dong co vua chon thoa man cac dieu kien") else print("Dong co vua chon khong thoa man cac dieu kien")fi;

"Dong co vua chon thoa man cac dieu kien

6.2 PHÂN PHỐI TỶ SỐ TRUYỀN

Tỷ số truyền của hệ dẫn động :ut:

> ut:=evalf(ndc/nlv,3);

$$ut := 12.2$$

Tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng côn - u[br]:

> ubr:=5;

$$ubr := 5$$

Tỷ số truyền của bộ truyền đai - u[D]:

> uD:=evalf(ut/ubr,3);

$$uD := 2.44$$

Xác định công suất các trục:P3,P2,P1(KW):

P3:=evalf(Plv/(etakn*etaol),3);P2:=evalf(P3/(etatvbr*etaol),3);P1:=evalf(P2/(etaD*etaol),3);

$$P3 := 4.15$$

$$P2 := 5.24$$

$$P1 := 5.58$$

Số vòng quay của các trục n1,n2,n3,n4 (vòng/phút):

> n1:=ndc;n2:=n1/uD;n3:=n2/ubr;

$$n1 := 2922$$

$$n2 := 1197.5$$

$$n3 := 239.50$$

Mômen trên các trục T1, T2, T3 (N.m):

> T1:=9.55e3*P1/n1;

T2:=9.55e3*P2/n2;

T3:=9.55e3*P3/n3;

$$T1 := 18.237$$

$$T2 := 41.789$$

$$T3 := 165.48$$

6.3 THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN ĐAI

Chọn loại đai hình thang loại O,A,b,B có mặt cắt thường của Liên bang Nga. Các thông số của đai như sau:

> Tendai:=["O","A","b","B"];

btt:=[8.5,11,14,19];

bb:=[10,13,17,22];

hh:=[6,8,10.5,13.5];

AA:=[47,81,138,230];

d11:=[100,150,200,300];

yo:=[2.1,2.8,4,4.8];

E:=100;

dtc2:=[100,112,125,140,160,180,200,224,250,280,315,355,400,450,500,560,630,710,800,900,1000];

ll:=[400,450,500,560,630,710,750,800,900,1000,1120,1250,1400,1600,1800,2000,2240,2500,2800,3150,3550,4000];

P0:=[1.17,2.2,4,6.59];

loo:=[1320,1700,2240,3750];

tt:=[12,15,19,25.5];

ee:=[8,10,12.5,17];

h0:=[2.5,3.3,4.2,5.7];

qmm:=[0.061,0.105,0.178,0.3];

Tendai := ["O", "A", "b", "B"]

btt := [8.5, 11, 14, 19]

bb := [10, 13, 17, 22]

$hh := [6, 8, 10.5, 13.5]$

$AA := [47, 81, 138, 230]$

$d11 := [100, 150, 200, 300]$

$yo := [2.1, 2.8, 4, 4.8]$

$E := 100$

$dtc2 := [100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000]$

$ll := [400, 450, 500, 560, 630, 710, 750, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000]$

$P0 := [1.17, 2.2, 4, 6.59]$

$loo := [1320, 1700, 2240, 3750]$

$tt := [12, 15, 19, 25.5]$

$ee := [8, 10, 12.5, 17]$

$h0 := [2.5, 3.3, 4.2, 5.7]$

$qmm := [.061, .105, .178, .3]$

Thủ tục xác định các thông số hình học của đai :

```
> bien:=1:
"Loai dai";Tendai[bien];
bt:=btt[bien];
b:=bb[bien];
h:=hh[bien];
A:=AA[bien];
d1:=d11[bien];
y0:=yo[bien];
E:=100;
```

"Loai dai"

"O"

$bt := 8.5$

$$b := 10$$

$$h := 6$$

$$A := 47$$

$$d1 := 100$$

$$y0 := 2.1$$

$$E := 100$$

Vận tốc đai:

```
> v:=evalf(Pi*d1*n1/60000,3);
```

$$v := 15.3$$

Chọn ε =0.02.

```
> epsilon:=0.02;
```

Đường kính bánh đai lớn là :

```
> dsb21:=uD*d1/(1-epsilon);
for i from 1 by 1 to 20 do
if(dsb21=dtc2[i])thend2:=dtc2[i]fi;
if(dsb21>dtc2[i])and(dsb21<(dtc2[i]+dtc2[i+1])/2)then d2:=dtc2[i] fi;
if(dsb21<=dtc2[i+1])and(dsb21>=(dtc2[i]+dtc2[i+1])/2)then
d2:=dtc2[i+1] fi od;d2:=d2;
```

$$\varepsilon := .02$$

$$dsb21 := 248.98$$

$$d2 := 250$$

Tỷ số truyền thực tế là :

```
> utt:=evalf(d2/(d1*(1-epsilon)),3);
```

$$utt := 2.55$$

Đánh giá sai số :

```
> Delta[ui]:=abs(evalf((utt-uD)/uD,3));
```

if (Delta[ui]<.05) then print("Sai so chap nhan duoc vi Delta[ui]<5(%)") elif (Delta[ui]>.05) then print("Sai so khong chap nhan duoc vi Delta[ui]>5(%)") fi;

$$\Delta_{ui} := .0451$$

"Sai so chap nhan duoc vi Delta[ui]<5(%)

Δ <5%; Chọn chiều dài sơ bộ khoảng cách trục là a/d2 :=1,5 :

>Delta[1]:=3.14*(d1+d2)/2;Delta[2]:=evalf((d2-d1)^2/4);a1:=1.5*d2;

Chiều dài đai tính sơ bộ được là:

> l1:=2*a1+Delta[1]+Delta[2]/a1;

$$\Delta_1 := 549.50$$

$$\Delta_2 := 5625.$$

$$a1 := 375.0$$

$$l1 := 1314.5$$

Theo tiêu chuẩnTCVN- 3605-81 chọn chiều dài dây đai l(mm):

> for i from 1 by 1 to 21 do

if (l1=ll[i]) then l:=ll[i];vt:=i fi; if(l1>ll[i])and(l1<(ll[i]+ll[i+1])/2) then l:=ll[i];vt:=i fi;

if(l1<=ll[i+1])and(l1>=(ll[i]+ll[i+1])/2) then l:=ll[i+1]; vt:=i+1 fi od;l:=l;

$$l := 1250$$

Nghiệm số vòng quay của đai trong 1s:

> i:=v/l*10^(3);

vt:=vt:while i>10 do l:=ll[vt];vt:=vt+1;i:=v/l*10^(3) od:i[tinhlai]:=i;l:=l;

if(i[tinhlai]<10)then True else False fi;

$$i := 12.240$$

$$i_{tinhlai} := 9.5625$$

$$l := 1600$$

$$True$$

Khoảng cách trục theo chiều dài tiêu chuẩn

> a:=((l-Delta[1]+sqrt((l-Delta[1])^2-8*Delta[2])))/4;

$$a := 519.84$$

Kiểm tra các điều kiện :{0.55.(d1+d2)+h <= a <= 2.(d1+d2)} :

> if(.55*(d1+d2)+h<a)and(2*(d1+d2)>a)then print("Khoang cach truc thoa man dieu kien") else print("Khoang cach truc khong thoa man dieu kien")fi;

"Khoang cach truc thoa man dieu kien

Góc ôm α

> "Goc om";alpha:=180-57*(d2-d1)/a;

if alpha>120 then print("Goc om thoa man dieu kien alpha>120") else print("Goc om khong thoa man dieu kien alpha>120")fi;

"Goc om"

$\alpha := 163.55$

"Goc om thoa man dieu kien alpha>120

Công suất cho phép đối với dây đai thường :[4], Tập 1, (Tra bảng 4.19)

> Po:=P0[bien];Tyso:=P1/Po:

Hệ số tải trọng động :

> Kdd:=1.1;

Công suất trên bánh chủ động :

> P1:=P1;

Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của góc ôm :

> Calpha:=1-.0025*(180-alpha);

Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của tỷ số truyền :

>Cu:=spline([1,1.2,1.6,1.8,2.2,2.4,3],[1,1.07,1.11,1.12,1.13,1.135,1.14],utt,linear);

Hệ số kể đến sự phân bố không đều của tải trọng :

>zet:=P1/Po:Cz:=spline([1,2,3,4,5,6],[1,.95,.95,.9,.9,.85],zet,linear);

Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của chiều dài đai :

>lo:=loo[bien];lt:=l/lo:Cl:=spline([.5,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6,1.8,2,2.4],[.86,.89,.95,1,1.04,1.07,1.1,1.13,1.15,1.2],

lt,linear);

$$Po := 1.17$$

$$Kdd := 1.1$$

$$P1 := 5.58$$

$$Calpha := .95888$$

$$lo := 1320$$

Xác định số đai z:

> z:=round(Tyso*Kdd/(Calpha*Cl*Cu*Cz));

$$z := \mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\ Cu\ Cz}\right)$$

Chiều rộng bánh đai :

> t:=tt[bien];e:=ee[bien];ho:=h0[bien];

Bề rộng của dây đai :

> B:=(z-1)*t+2*e;

$$t := 12$$

$$e := 8$$

$$ho := 2.5$$

$$B := 12\ \mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\ Cu\ Cz}\right) + 4$$

Đường kính ngoài của bánh đai :

> da:=d1+2*ho;

$$da := 105.0$$

Xác định lực căng ban đầu:

>qm:=qmm[bien];;Fv:=qm*v^2;Fo:=780*P1*Kdd/(v*Calpha*z)+Fv;

$$qm := .061$$

$$Fv := 14.279$$

$$Fo := 326.34 \frac{1}{\mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\,Cu\,Cz}\right)} + 14.279$$

Xác định lực tác dụng lên trục:

> Fr:=evalf(2*Fo*z*sin(alpha*Pi/360));

$$Fr := 1.9794\left(326.34 \frac{1}{\mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\,Cu\,Cz}\right)} + 14.279\right) \mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\,Cu\,Cz}\right)$$

Lượng hiệu chỉnh mômen :

> Delta[Tu]:=.12;

Lượng hiệu chỉnh công suất :

> Delta[NU]:=evalf(10^(-4)*Delta[Tu]*n1,3);

$$\Delta_{Tu} := .12$$

$$\Delta_{NU} := .0350$$

Công suất cho phép của một dây đai :

> Ct:=.7;P[chophep]:=evalf((Po*Calpha*Cl+Delta[NU])*Ct,3);

$$Ct := .7$$

$$P_{chophep} := .784\,Cl + .0245$$

Tính ứng suất uốn (E=100) :

> sigma[U]:=2*y0/d1*100;

Tính ứng suất kéo :

>rho[M]:=1300;sigmaV:=rho[M]*v^2/10^6;sigma[k]:=Fo/A+Po*10^3/(v*bt*2*h)+sigmaV;

$$\sigma_U := 4.2000$$

$$\rho_M := 1300$$

$$sigmaV := .30432$$

$$\sigma_k := 6.9434 \frac{1}{\mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\,Cu\,Cz}\right)} + 1.3578$$

>sigma[Max]:=sigma[k]+sigma[U];sigma[y]:=9;zb:=2;upsilon[ul]:=1.8;th:=evalf((sigma[y]/sigma[Max])^11*10^4*upsilon[ul]/(3600*(v/l)*zb),3);

$$\sigma_{Max} := 6.9434 \frac{1}{\mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\ Cu\ Cz}\right)} + 5.5578$$

$$\sigma_y := 9$$

$$zb := 2$$

$$\upsilon_{ul} := 1.8$$

$$th := .820\ 10^{13} \frac{1}{\left(6.94 \frac{1}{\mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\ Cu\ Cz}\right)} + 5.56\right)^{11}}$$

Số lần thay đai :

> S[dai]:=evalf(12*12*30*2*8/th,5);

$$S_{dai} := .84292\ 10^{-8} \left(6.94 \frac{1}{\mathrm{round}\left(5.4711 \frac{1}{Cl\ Cu\ Cz}\right)} + 5.56\right)^{11}$$

6.4 THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG TRỤ

Đặc điểm trọng tải: va đập nhẹ, bộ truyền quay 2 chiều.

loai bánh răng : BR trụ răng thẳng hoặc BR trụ răng nghiêng :

> BR:=thang;

Góc ăn khớp alpha :=20 (độ)

> alpha:=20*Pi/180;

$$BR := thang$$

$$\alpha := \frac{1}{9}\pi$$

Chọn trước góc nghiêng beta=15 độ :

> if BR=nghieng then beta:=15*Pi/180 elif BR=thang then beta:=0 fi;

$$\beta := 0$$

Sơ đồ phân bố tải trọng :

> sodo:=3:

Các chỉ tiêu Cơ tính của vật liệu chế tạo bánh răng :

> Tenvlieu:=["Thep 40-toi cai thien","Thep 45-thuong hoa","Thep 45-toi cai thien(S<=100)","Thep 45-toi cai thien(S<=60)","Thep 50-thuong hoa","Thep 50-toi cai thien","Thep 40X-toi cai thien(S<=100)","Thep 40X-toi cai thien(S<=60)","Thep 45X-toi cai thien(S<=100)","Thep 45X-toi cai thien(100<S<=300)"]:

Dran:=[200,190,220,250,210,240,245,270 ,260,235]:

ghbkeo:=[40,45,40,45,40,55,28,35,38,40]:

klrieng:=[8.5,8.2,8.65,8.5,8.4,8.4,8.8,8.54,8.4,8.5]:

ghtle:=[20,20,17,17,20,20,8.5,10,30,15]:

ghbxoan:=[20,18,16,12,12,13.5,7.5,12,4.1,8]:

ghbuon:=[58,30,35,55,50,52,55,70,60,46]:

ddphuy:=[10,11,12,10,8,7,9,6,4,4.5]:

ghmoi:=0.5*ghbkeo+.4*ghbuon:

dgia:=[6.75,7,9,10,7.5,10,7.5,10,9,27.5]:

ghchay:=[400,340,450,580,350,530,550,700,650,500]:

ghben:=[700,600,750,850,640,850,950,850,7500,700]:

modullE:=2.1e7:

Xây dựng các hàm mục tiêu :

> for i from 1 by 1 to 10 do

Renhat[i]:=evalf(ghtle[i]/(klrieng[i]*dgia[i])):

Nnhat[i]:=evalf(ghtle[i]/klrieng[i]):

Dbmtnhat[i]:=evalf(ghmoi[i]/klrieng[i]):

Dbtutnhat[i]:=evalf(ghbuon[i]^(2/3)/klrieng[i]):

Dbtxtnhat[i]:=evalf(ghbxoan[i]^(2/3)/klrieng[i]):

Dcrtnhat[i]:=evalf(modullE/klrieng[i]):

Dvdrtnhat[i]:=evalf(ghtle[i]^2/(modullE*klrieng[i])):

Knltvntnhat[i]:=evalf(ddphuy[i]/dgia[i]):od:

Thủ tục chọn vật liệu tối ưu :

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
M[1,i]:=Renhat[i]:M[2,i]:=Nnhat[i]:M[3,i]:=Dbmtnhat[i]:M[4,i]:=Dbtutn
hat[i]:M[5,i]:=Dbtxtnhat[i]:M[6,i]:=Dcrtnhat[i]:M[7,i]:=Dvdrtnhat[i]:M[8,i]:=
Knltvntnhat[i]:od:
M:=evalf(matrix(8,10,[seq(M[1,i],i=1..10),seq(M[2,i],i=1..10),seq(M[3,i]
,i=1..10),seq(M[4,i],i=1..10),seq(M[5,i],i=1..10),seq(M[6,i],i=1..10),seq(M[7,
i],i=1..10),seq(M[8,i],i=1..10)]),2);
for i from 1 by 1 to 8 do
Jmax[i]:=1:
for j from 2 by 1 to 10 do
if M[i,Jmax[i]]<=M[i,j] then Jmax[i]:=j fi:
od:od:
K:=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]:dem:=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]:
for i from 1 by 1 to 10 do
for j from 1 by 1 to 10 do
if Jmax[i]=K[j] then dem[j]:=dem[j]+1 fi od od:
nho := 1:m:=dem[1]:
for i from 1 by 1 to 10 do if(m<=dem[i]) then m:=dem[i]:nho:=i fi od;
sigmab1:=ghben[nho]:sigmach1:=ghchay[nho]:sigmab2:=ghben[nho-
1]:sigmach2:=ghchay[nho-1]:HBbr1:=Dran[nho]:HBbr2:=Dran[nho-1]:
TenvatlieuBR1dachon:=Tenvlieu[nho];
TenvatlieuBR2dachon:=Tenvlieu[nho-1];
```

$M :=$

$$\begin{bmatrix} .35 & .35 & .22 & .20 & .32 & .24 & .13 & .12 & .40 & .064 \\ 2.4 & 2.4 & 2.0 & 2.0 & 2.4 & 2.4 & .97 & 1.2 & 3.6 & 1.8 \\ 5.1 & 4.2 & 3.9 & 5.2 & 4.8 & 5.8 & 4.1 & 5.3 & 5.1 & 4.5 \\ 1.8 & 1.2 & 1.2 & 1.7 & 1.6 & 1.7 & 1.6 & 2.0 & 1.8 & 1.5 \\ .87 & .84 & .73 & .62 & .62 & .67 & .44 & .61 & .30 & .47 \\ .25\,10^{7} & .26\,10^{7} & .24\,10^{7} & .25\,10^{7} & .25\,10^{7} & .25\,10^{7} & .24\,10^{7} & .25\,10^{7} & .25\,10^{7} & .25\,10^{7} \\ .22\,10^{-5} & .23\,10^{-5} & .16\,10^{-5} & .16\,10^{-5} & .23\,10^{-5} & .23\,10^{-5} & .39\,10^{-6} & .56\,10^{-6} & .51\,10^{-5} & \end{bmatrix}$$

, .13 10^{-5}]

[1.5 , 1.6 , 1.3 , 1. , 1.1 , .70 , 1.2 , .60 , .44 , .16]

TenvatlieuBR1dachon := "Thep 45X-toi cai thien(S<=100)"

TenvatlieuBR2dachon := "Thep 40X-toi cai thien(S<=60)"

Sigma[Hlim] và sigma[Flim] là các ứng suất tiếp xúc và uốn cho phép ứng với số chu kỳ cơ sở. Theo bảng 6.2 [3]-T1:

> sigmaHlim1:=2*HBbr1+70;sigmaFlim1:=1.8*HBbr1;

sigmaHlim2:=2*HBbr2+70;sigmaFlim2:=1.8*HBbr2;

sigmaHlim1 := 590

sigmaFlim1 := 468.0

sigmaHlim2 := 610

sigmaFlim2 := 486.0

m[H1] và m[F1] -Bậc của đường cong mỏi khi thử về tiếp xúc và uốn, do HB[br]<350 ,[4], Tập 1,tr91,nên:

mH:=6;mF:=6;

Các hệ số an toàn, theo [4] - tập 1 bảng 6.2;

> sH:=1.1;sF:=1.75;

K[FC]: Hệ số xét đến ảnh hưởng đặt tải, do tải trọng hai phía và do HB[]<350, [3] Tập 1,tr91,nên :

> KFC:=.7;

N[FO]- số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở khi thử về uốn (với tất cả các loại thép):

NFO1:=4*10^6;NFO2:=NFO1;

c-số lần ăn khớp trong một vòng quay:

cbr1:=2;cbr2:=cbr1;

nbr1 - số vòng quay BR1 ,nbr2 - số vòng quay BR2

t[i] - tổng số giờ làm việc ở chế độ i.

nbr1:=n2;nbr2:=n3;t1:=12*Nam*ngay*ca*g/2;t2:=t1;

$$mH := 6$$

$$mF := 6$$

$$sH := 1.1$$

$$sF := 1.75$$

$$KFC := .7$$

$$NFO1 := 4000000$$

$$NFO2 := 4000000$$

$$cbr1 := 2$$

$$cbr2 := 2$$

$$nbr1 := 1197.5$$

$$nbr2 := 239.50$$

$$t1 := 34560$$

$$t2 := 34560$$

Thông thường chọn Z[R].Z[V].K[XH]=1 ; Y[R].Y[S].K[XF]=1 :

> ZR:=1;Zv:=1;KxH:=1;YR:=1;YS:=1;KxF:=1;;Tbr1:=80000;

$$ZR := 1$$

$$Zv := 1$$

$$KxH := 1$$

$$YR := 1$$

$$YS := 1$$

$$KxF := 1$$

$$Tbr1 := 80000$$

N[HO]: số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở khi thử về tiếp xúc [4],Tập 1, công thức (6.5):

> NHO1:=30*(HBbr1)^2.4;NHO2:=30*(HBbr2)^2.4;

$$NHO1 := .18752\ 10^8$$

$$NHO2 := .20530\ 10^8$$

N[HE] và N[FE]- số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương:[4],Tập 1, công thức (6.8):

```
>NHE1:=60*cbr1*nbr1*(1*t1+.8^3*t2);NFE1:=60*cbr1*nbr1*(1*t1+.8^
mF*t2);
NHE2:=60*cbr2*nbr2*(1*t1+.8^3*t2);NFE2:=60*cbr2*nbr2*(1*t1+.8^
mF*t2);
```

$$NHE1 := .75090\ 10^{10}$$

$$NFE1 := .62682\ 10^{10}$$

$$NHE2 := .15018\ 10^{10}$$

$$NFE2 := .12536\ 10^{10}$$

Kiểm tra điều kiện và thay giá trị (nếu cần):

```
>if NHE1>NHO1 then print("Do NHE1>NHO1 nen thay
NHE1=NHO1");NHE1:=NHO1; KKL1:=1 else print("Khong can") fi;
if NFE1>NFO1 then print("Do NFE1>NFO1 nen thay
NFE1=NFO1");NFE1:=NFO1; KFL1:=1 else print("Khong can") fi;
if NHE2>NHO2 then print("Do NHE2>NHO2 nen thay
NHE2=NHO2");NHE2:=NHO2; KKL2:=1 else print("Khong can") fi;
if NFE2>NFO2 then print("Do NFE2>NFO2 nen thay
NEE2=NFO2");NFE2:=NFO2; KFL2:=1 else print("Khong can") fi;
```

"Do NHE1>NHO1 nen thay NHE1=NHO1

$$NHE1 := .18752\ 10^{8}$$

$$KKL1 := 1$$

"Do NFE1>NFO1 nen thay NFE1=NFO1"

$$NFE1 := 4000000$$

$$KFL1 := 1$$

"Do NHE2>NHO2 nen thay NHE2=NHO2

$$NHE2 := .20530\ 10^{8}$$

$$KKL2 := 1$$

"Do NFE2>NFO2 nen thay NEE2=NFO2"

$NFE2 := 4000000$

$KFL2 := 1$

Tính lại K[HL] và K[FL]: hệ số tuổi thọ:[4], tập1, công thức(6.3), (6.4):

> KHL1:=(NHO1/NHE1)^(1/mH);KFL1:=(NFO1/NFE1)^(1/mF);

KHL2:=(NHO2/NHE2)^(1/mH);KFL2:=(NFO2/NFE2)^(1/mF);

$$KHL1 := 1.$$

$$KFL1 := 1$$

$$KHL2 := 1.$$

$$KFL2 := 1$$

Vậy theo các công thức (6.1a) và (6.1b) các ứng suất cho phép tính như sau:

>sigmaHcp1:=sigmaHlim1*KHL1/sH;sigmaFcp1:=sigmaFlim1*KFC*KFL1/sF;

sigmaHcp2:=sigmaHlim2*KHL2/sH;sigmaFcp2:=sigmaFlim2*KFC*KFL2/sF;

$$sigmaHcp1 := 536.36$$

$$sigmaFcp1 := 187.20$$

$$sigmaHcp2 := 554.55$$

$$sigmaFcp2 := 194.40$$

Vậy ứng suất tiếp xúc cho phép là:

> sigmaHcp:=(sigmaHcp1+sigmaHcp2)/2;

$$sigmaHcp := 545.46$$

Kiểm tra điều kiện đối với bánh trụ nghiêng:

>ifBR=nghiengthenif sigmaHcp<1.25*min(sigmaHcp1,sigmaHcp2) then True else False fi;fi;

Theo các công thức (6.13)[4] – tập 1, ứng suất tiếp xúc cho phép khi quá tải:

sigmaH1max:=2.8*sigmach1;sigmaH2max:=2.8*sigmach2;

$$sigmaH1max := 1820.0$$

$$sigmaH2max := 1960.0$$

Theo các công thức (6.13)[4] – tập 1, ứng suất tiếp xúc cho phép khi quá tải:

sigmaH1max:=2.8*sigmach1;sigmaH2max:=2.8*sigmach2;

$$sigmaH1max := 1820.0$$

$$sigmaH2max := 1960.0$$

Theo các công thức (6.14)[4]- tập 1, ứng suất uốn cho phép khi quá tải:

sigmaF1max:=.8*sigmach1;sigmaF2max:=.8*sigmach2;

$$sigmaF1max := 520.0$$

$$sigmaF2max := 560.0$$

K[a]- hệ số phụ thuộc vào vật liệu của cặp bánh răng và loại răng, theo bảng 6.5 [4] - tập 1, (MPa^(1/3)) :

> if BR=thang then Ka:=49.5;Kd:=77 fi;

if BR=nghieng then Ka:=43;Kd:=67.5 fi;ZM:=274;

$$Ka := 49.5$$

$$Kd := 77$$

$$ZM := 274$$

psi[ba],psi[bd] - hệ số, theo bảng 6.6 [4] - tập 1:

> psiba:=.4;psibd:=.53*psiba*(ubr+1);

$$psiba := .4$$

$$psibd := 1.272$$

K[Hbeta] - hệ số kể đến sự phân bố không đều tải trọng trên chiều rộng vành răng khi tính về độ bền tiếp xúc, theo bảng 6.7 [4] – tập 1 :

>KHbeta[3]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.02,1.05,1.07,1.12,1.15,1.2,1.24,1.28],psibd,linear):

KHbeta[4]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.01,1.03,1.03,1.08,1.11,1.13,1.17,1.21],psibd,linear):

KHbeta[5]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.01,1.02,1.03,1.05,1.07,1.1,1.13,1.16],psibd,linear):

KHbeta[6]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.0,1.01,1.02,1.03,1.05,1.06,1.07,1.11],psibd,linear):

KHbeta[7]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.0,1.01,1.02,1.02,1.03,1.04,1.05,1.06],psibd,linear):

KFbeta[3]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.05,1.11,1.17,1.24,1.32,1.41,1.5,1.6],psibd,linear):

KFbeta[4]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.03,1.06,1.12,1.17,1.23,1.3,1.38,1.45],psibd,linear):

KFbeta[5]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.02,1.05,1.08,1.12,1.16,1.22,1.28,1.37],psibd,linear):

KFbeta[6]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.01,1.03,1.05,1.07,1.1,1.14,1.19,1.26],psibd,linear):

KFbeta[7]:=spline([.2,.4,.6,.8,1,1.2,1.4,1.6],[1.0,1.01,1.02,1.03,1.05,1.08,1.12,1.15],psibd,linear):

> KHbeta:=KHbeta[sodo];KFbeta:=KFbeta[sodo];

Tính khoảng cách trục sơ bộ theo (6.15a)[4], tập 1:

>awsb:=Ka*(ubr+1)*(Tbr1*KHbeta/(sigmaHcp^2*ubr*psiba))^(1/3);

$$awsb := 152.15\, KHbeta^{(1/3)}$$

Khoảng cách trục tiêu chuẩn :

> Kcttc:=Vector([40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400]):

Thủ tục lựa chọn khoảng cách trục tiêu chuẩn:

> for i from 1 by 1 to 10 do

if (awsb=Kcttc[i]) then aw:=Kcttc[i] fi;

if (awsb>Kcttc[i])and(awsb<(Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2) then aw:=Kcttc[i] fi;

if(awsb>=(Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2)and(awsb<Kcttc[i+1])thenaw:=Kcttc[i+1] fi od;aw: =aw;

$$aw := aw$$

Xác định modun sơ bộ theo công thức(6.17) [1], tập 1:

> msb:=.02*aw;

$$msb := .02\,aw$$

Modul tiêu chuẩn :

```
> Mdtc:=[1.25,1.5,2,2.5,3,4,5,6,8,10,12];
```

$Mdtc := [1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12]$

Thủ tục lựa chọn khoảng cách trục tiêu chuẩn:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
if (msb=Mdtc[i]) then m:=Mdtc[i] fi;
if (msb>Mdtc[i])and(msb<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then m:=Mdtc[i] fi;
if (msb>=(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2)and(msb<Kcttc[i+1]) then
m:=Mdtc[i+1] fi od;m:=m;
```

$m := 3$

Xác định số răng của các bánh răng theo công thức (6.31) [4]- tập 1 :

```
> z1:=round(2*aw*cos(beta)/(m*(ubr+1)));z2:=ubr*z1;zt:=z1+z2;
```

Tính lại góc nghiêng beta theo công thức(6.32), [4], tập 1 :

```
TT:=m*zt/(2*aw):if TT>1 then TT:=1/TT fi:betatt:=evalf(arccos( TT));
```

$$z1 := \mathrm{round}\left(\frac{1}{9}aw\right)$$

$$z2 := 5\,\mathrm{round}\left(\frac{1}{9}aw\right)$$

$$zt := 6\,\mathrm{round}\left(\frac{1}{9}aw\right)$$

Error, cannot evaluate boolean: -9*round(1/9*aw)/aw < -1

$$betatt := \arccos\left(9.\,\frac{\mathrm{round}(.11111\,aw)}{aw}\right)$$

Kiểm tra góc beta: 8 độ <beta<20 độ thỏa mãn:

```
> beta11:=beta*180/Pi;
if (beta11>8)and (beta11<20) then True else False fi;
```

$\beta 11 := 0$

False

Xác định các hệ số dịch chỉnh nếu z1<30:

```
>if z1<30then y:=aw/m-.5*zt;ky:=1000*y/zt;kx:=spline([1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50],[0.008,0.032,0.063,0.114,0.178,0.243,0.318,0.41,0.51,0.622,0.74,0.87,1.0,1.145,1.295,1.45,1.622,1.792,1.985,2.160,2.340,2.530,2.742,2.940,3.155,3.380,3.605,3.835,4.065,4.290,4.54,4.785,5.03,5.28,5.52,5.79,6.05,6.315,6.585,6.86,7.140,7.42,7.7,8.0,8.29,8.59,8.885,9.175,9.460,9.765],ky,linear):deltay:=kx*zt/1000;
xt:=y+deltay;x11:=.5*(xt-(z2-z1)*y/zt);x22:=xt-x11;alphatw:=evalf(arccos(zt*m*cos(alpha)/(2*aw)),3) elif z1>30 then x1:=0;x2:=x1; deltay:=0 elif z1>30 then print("Khong can dich chinh")fi;
```

Xác định lại các hệ số dịch chỉnh sao cho thỏa mãn điều kiện (-0.5<= x <= 0.8) để tra bảng (6.18),[4], tập 1, xác định hệ số dạng răng:

```
> x:=[-.5,-.3,-.1,0,.1,.3,.5,.7,.8]:
for i from 1 by 1 to 8 do
if (x11=x[i]) then x1:=x[i] fi;
if (x11>x[i])and(x11<(x[i]+x[i+1])/2) then x1:=x[i] fi;
if (x11>=(x[i]+x[i+1])/2)and(x11<x[i+1]) then x1:=x[i+1] fi;
if (x22=x[i]) then x2:=x[i] fi;
if (x22>x[i])and(x22<(x[i]+x[i+1])/2) then x2:=x[i] fi;
if (x22>=(x[i]+x[i+1])/2)and(x22<x[i+1]) then x2:=x[i+1] fi od;
if x11<-.5 then x1:=-.5 fi;
if x22<-.5 then x2:=-.5 fi;
if x11>.8 then x1:=.8 fi;
if x22>.8 then x2:=.8 fi;
```

Xác định các thông số hình học của bộ truyền (theo bảng 6.11 [I], tập 1):

```
> if BR=thang then print("CAC THONG SO HINH HOC CUA BO TRUYEN BANH RANG TRU RANG THANG :")elif BR=nghieng then
```

print("CAC THONG SO HINH HOC CUA BO TRUYEN BANH RANG TRU RANG NGHIENG :") fi;"Khoang cach truc tieu chuan";

atc:=aw;"Duong kinh vong chia BR1";d1:=evalf(m*z1/cos(beta));"Duong kinh vong chia BR2";d2:=evalf(m*z2/cos(beta));"Duong kinh vong lan BR1";dw1:=evalf(2*aw/(ubr+1));"Duong kinh vong lan BR2";dw2:=dw1*ubr; "Duong kinh vong dinh BR1";da1:=d1+2*(1+x1-deltay)*m;"Duong kinh vong dinh BR2"; da2:=d2+2*(1+x2-deltay)*m;"Duong kinh vong day BR1";df1:=d1-(2.5-2*x1)*m;"Duong kinh vong day BR2"; df2:=d2-(2.5-2*x2)*m; "Duong kinh vong co so BR1"; db1:=evalf(d1*cos(alpha),3); "Duong kinh vong co so BR2"; db2:=evalf(d2*cos(alpha),3);"Goc profin rang"; alphat:=evalf((arctan(tan(alpha)/cos(beta))*180)/Pi,4), "do"; "Goc an khop"; alpha[tw]:=evalf(alphatw*180/Pi),"do"; "He so dich chinh BR1"; x1:=x1; "He so dich chinh BR2";x2:=x2;

"CAC THONG SO HINH HOC CUA BO TRUYEN BANH RANG TRU RANG TH\
G :"

"Khoang cach truc tieu chuan

$atc := aw$

"Duong kinh vong chia BR1"

$d1 := 3.\ \mathrm{round}(.11111\ aw)$

"Duong kinh vong chia BR2"

$d2 := 15.\ \mathrm{round}(.11111\ aw)$

"Duong kinh vong lan BR1"

$dw1 := .33333\ aw$

"Duong kinh vong lan BR2"

$dw2 := 1.6666\ aw$

"Duong kinh vong dinh BR1"

$da1 := 3.\ \mathrm{round}(.11111\ aw) + 6 + 6\ x1 - 6\ deltay$

"Duong kinh vong dinh BR2"

$da2 := 15.\ \mathrm{round}(.11111\ aw) + 6 + 6\ x2 - 6\ deltay$

"Duong kinh vong day BR1"

$df1 := 3.\ \mathrm{round}(.11111\ aw) - 7.5 + 6\ x1$

"Duong kinh vong day BR2"

$df2 := 15.\ \mathrm{round}(.11111\ aw) - 7.5 + 6\ x2$

"Duong kinh vong co so BR1

$db1 := 2.82\ \mathrm{round}(.111\ aw)$

"Duong kinh vong co so BR2

$db2 := 14.1\ \mathrm{round}(.111\ aw)$

"Goc profin rang"

$alphat := 20.$, "do"

"Goc an khop"

$\alpha_{tw} := 57.296\ alphatw$, "do"

"He so dich chinh BR1"

$x1 := x1$

"He so dich chinh BR2"

$x2 := x2$

Kiểm nghiệm răng về độ bền tiếp xúc:

Góc nghiêng của răng trên hình trụ cơ sở, theo công thức (6.35), [4], tập 1:

```
> alpha:=evalf(20*Pi/180);
> alphat:=evalf(arctan((tan(alpha)/cos(beta))),4);
alphatw:=evalf(alphatw);betab:=evalf(arctan(cos(alphat*tan(beta))));
```

$$\alpha := .34906$$

$$alphat := .3491$$

$$alphatw := alphatw$$

$$betab := .78540$$

Hệ số trùng khớp ngang, theo (6.38b), [4] - tập 1:

```
> epsilonalpha:=evalf((1.88-3.2*(1/z1+1/z2))*cos(beta));
```

$$epsilonalpha := 1.88 - \frac{3.8400}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}$$

Hệ số kể đến hình dạng bề mặt tiếp xúc, theo công thức (6.34), [4]-tập 1:

```
> ZH:=evalf((2*cos(betab)/sin(2*alphatw))^(1/2));
```

$$ZH := 1.1892\sqrt{\frac{1}{\sin(2.\ alphatw)}}$$

b[w] - chiều rộng vành răng:

```
> bw:=psiba*aw;
```

$bw := .4\ aw$

Hệ số trùng khớp dọc (6.37), [4] – tập 1:

```
> epsilonbeta:=evalf(bw*sin(beta)/(m*Pi));
```

$epsilonbeta := 0.$

Hệ số kể đến sự trùng khớp của răng :

```
Zepsilon:=piecewise(epsilonbeta=0,sqrt((4-
epsilonalpha)/3),epsilonbeta<1,sqrt((4-epsilonalpha)*(1-
epsilonbeta)/3+epsilonbeta/epsilonalpha),epsilonbeta>=1,sqrt(1/epsilonalpha));
```

$$Zepsilon := \sqrt{.70663 + \frac{1.2800}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}}$$

Vận tốc vòng (m/s), theo công thức (6.40), [4] – tập 1:

```
> v1:=evalf(dw1*nbr1*Pi/(60000));
if BR=thang then
if v1<=2 then ccx:=9 fi;
if(v1<=6)and(v1>2)then ccx:=8 fi;
if (v1<=10)and(v1>6)then ccx:=7 fi;
if (v1<=15)and(v1>10)then ccx:=6 fi;fi;
if BR=nghieng then
if v1<=4 then ccx:=9 fi;
if(v1<=10)and(v1>4)then ccx:=8 fi;
if (v1<=15)and(v1>10)then ccx:=7 fi;
if (v1<=30)and(v1>15)then ccx:=6 fi;fi;
```

$v1 := .020900\, aw$

Hệ số phân bố tải trọng không đều :

```
>KHalpha[6]:=spline([2.5,5,10,15,20,25],[1.01,1.02,1.03,1.04,1.05,1.06],
v1,linear):
KFalpha[6]:=spline([2.5,5,10,15,20,25],[1.05,1.07,1.1,1.13,1.17,1.2],v1,li
near):
KHalpha[7]:=spline([2.5,5,10,15,20],[1.03,1.05,1.07,1.09,1.12],v1,linear):
KFalpha[7]:=spline([2.5,5,10,15,20],[1.12,1.16,1.22,1.25,1.35],v1,linear):
KHalpha[8]:=spline([2.5,5,10,15],[1.05,1.09,1.13,1.17],v1,linear):
KFalpha[8]:=spline([2.5,5,10,15],[1.22,1.27,1.37,1.45],v1,linear):
KHalpha[9]:=spline([2.5,5],[1.13,1.16],v1,linear):
KFalpha[9]:=spline([2.5,5],[1.37,1.40],v1,linear):
> KHalpha:=KHalpha[ccx];KFalpha:=KFalpha[ccx];
```

K[Hv]- hệ số kể đến tải trọng động xuất hiện trong vùng ăn khớp, tra bảng P2.3, phụ lục [4] - Tập 1

```
> if BR=thang then deltaH:=0.006;deltaF:=0.016 fi;
if BR=nghieng then deltaH:=0.002;deltaF:=0.006 fi;
if m<=3.55 then g0[6]:=38;g0[7]:=47;g0[8]:=56;g0[9]:=73 fi:
if (m>3.55) and(m<=10) then g0[6]:=42;g0[7]:=53;g0[8]:=61;g0[9]:=82
fi:
if (m>10) then g0[6]:=48;g0[7]:=64;g0[8]:=73;g0[9]:=100 fi:
go:=g0[ccx];vH:=evalf(deltaH*go*v1*sqrt(aw/ubr));
KHv:=1+vH*bw*dw1/(2*Tbr1*KHbeta*KHalpha);
```

$$deltaH := .006$$

$$deltaF := .016$$

$$go := g0_{ccx}$$

$$vH := .000056081\, g0_{ccx}\, aw^{(3/2)}$$

$$KHv := 1 + \frac{.46733\ 10^{-10}\ g0_{ccx}\ aw^{(7/2)}}{KHbeta\ KHalpha}$$

Theo công thức (6.33), [4] - tập 1 ứng suất tiếp xúc xuất hiện trên mặt răng:

>KH:=KHbeta*KHalpha*KHv;sigmaH:=evalf(ZM*ZH*Zepsilon*(2*Tbr1*KH*(ubr+1)/(bw*ubr*(dw1)^2))^(1/2));

$$KH := KHbeta\ KHalpha \left(1 + \frac{.46733\ 10^{-10}\ g0_{ccx}\ aw^{(7/2)}}{KHbeta\ KHalpha} \right)$$

$$sigmaH := 677250. \sqrt{\frac{1}{\sin(2.\ alphatw)}} \sqrt{.70663 + \frac{1.2800}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}} \sqrt{\frac{KHbeta\ \ KHalpha \left(1. + \frac{.46733\ \ 10^{-10}\ g0_{ccx}\ aw^{(7/2)}}{KHbeta\ \ KHalpha} \right)}{aw^{3}}}$$

Kiểm tra độ bền tiếp xúc:

if sigmaH<sigmaHcp then True else False fi;

Error, cannot evaluate boolean:
.67725e6*(1/sin(2.*alphatw))^(1/2)*(.70663+1.2800/round(.11111*aw))^(1/2)*(KHbeta*KHalpha*(1.+.46733e-10*g0[ccx]*aw^(7/2)/KHbeta/KHalpha)/aw^3)^(1/2) < 545.46

Kiểm nghiệm răng về độ bền uốn:

Kiểm tra độ bền uốn để đảm bảo độ bền uốn cho răng, ứng suất uốn sinh ra tại chân răng không được vượt quá một giá trị cho phép, theo công thức (6.43) và (6.44) [4], tập 1:

Y[epsilon] - hệ số kể đến sự trùng khớp của răng:

Y[beta]- hệ số kể đến độ nghiêng của răng:

> Yepsilon:=1/epsilonalpha;Ybeta:=evalf(1-beta/140);

$$Yepsilon := \frac{1}{1.88 - \frac{3.8400}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}}$$

$Ybeta := 1.$

Y[F1] và Y[F2]-Hệ số dạng răng, tra bảng 6.18 [4], tập 1.

Các số răng tương đương là:

> zv1:=evalf(z1/(cos(beta))^3);zv2:=evalf(z2/(cos(beta))^3);

$zv1 := \mathrm{round}(.11111\ aw)$

$zv2 := 5.\ \mathrm{round}(.11111\ aw)$

Thủ tục lựa chọn hệ số dạng răng Y[F]:

>YF[0.8]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[2.97,3.02,3.05,3.07,3.11,3.13,3.17,3.22,3.29,3.33,3.37,3.43,3.47],zv1,linear):

YF[0.7]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.12,3.13,3.15,3.16,3.19,3.21,3.24,3.28,3.33,3.38,3.41,3.45,3.49],zv1,linear):

YF[0.5]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.46,3.42,3.4,3.4,3.39,3.39,3.39,3.4,3.42,3.44,3.47,3.5,3.52],zv1,linear):

YF[0.3]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.89,3.78,3.72,3.67,3.61,3.59,3.57,3.54,3.53,3.52,3.53,3.54,3.55],zv1,linear):

YF[0.1]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[4.03,3.89,3.82,3.77,3.7,3.63,3.6,3.59,3.58,3.58],zv1,linear):

YF[0]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.26,4.08,4,3.9,3.8,3.7,3.65,3.62,3.61,3.6,3.6],zv1,linear):

YF[-0.1]:=spline([20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.2,4.05,3.9,3.77,3.7,3.67,3.62,3.61,3.63],zv1,linear):

YF[0.3]:=spline([25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.14,3.92,3.81,3.74,3.68,3.65,3.63],zv1,linear):

YF[-0.5]:=spline([40,50,60,80,100,150],[4.13,3.96,3.84,3.73,3.68,3.63],zv1,linear):

YF[0.8]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[2.97,3.02,3.05,3.07,3.11,3.13,3.17,3.22,3.29,3.33,3.37,3.43,3.47],zv2,linear):

YF[0.7]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.12,3.13,3.15,3.16,3.19,3.21,3.24,3.28,3.33,3.38,3.41,3.45,3.49],zv2,linear):

YF[0.5]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.46,3.42,3.4,3.4,3.39,3.39,3.39,3.4,3.42,3.44,3.47,3.5,3.52], zv2, linear):

YF[0.3]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.89,3.78,3.72,3.67,3.61,3.59,3.57,3.54,3.53,3.52,3.53,3.54,3.55],zv2,linear):

YF[0.1]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[4.03,3.89,3.82,3.77,3.7,3.63,3.6,3.59,3.58,3.58],zv2,linear):

YF[0]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.26,4.08,4,3.9,3.8,3.7,3.65,3.62,3.61,3.6,3.6],zv2,linear):

YF[-0.1]:=spline([20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.2,4.05,3.9,3.77,3.7,3.67,3.62,3.61,3.63],zv2,linear):

YF[-0.3]:=spline([25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.14,3.92,3.81,3.74,3.68,3.65,3.63],zv2,linear):

YF[-0.5]:=spline([40,50,60,80,100,150],[4.13,3.96,3.84,3.73,3.68,3.63],zv2,linear):

```
> YF1:=YF[x1];YF2:=YF[x2];
```

$YF1 := YF_{x1}$

$YF2 := YF_{x2}$

K[Fv] - hệ số kể đến tải trọng động xuất hiện trong vùng ăn khớp khi tính về uốn, theo công thức (6.46) [4], tập 1:

```
> vF:=evalf(deltaF*go*v1*sqrt(aw/ubr));
> KFv:=evalf(1+vF*bw*dw1/(2*Tbr1*KFbeta*KFalpha));
```

$$vF := .00014955\, g0_{ccx}\, aw^{(3/2)}$$

$$KFv := 1. + \frac{.12462\, 10^{-9}\, g0_{ccx}\, aw^{(7/2)}}{KFbeta\, KFalpha}$$

K[F] - Hệ số tải trọng khi tính về uốn :

```
> KF:=KFbeta*KFalpha*KFv;
```

$$KF := KFbetaKFalpha\left(1. + \frac{.1246210^{-9}\, g0_{ccx}\, aw^{(7/2)}}{KFbetaKFalpha}\right)$$

> sigmaF1:=2*Tbr1*KF*Ycpsilon*Ybeta*YF1/(bw*dw1*m);

sigmaF2:=sigmaF1*YF2/YF1;

$$sigmaF1 := 400000.\ \frac{KFbeta\ KFalpha\left(1. + \frac{.12462\ 10^{-9}\, g0_{ccx}\, aw^{(7/2)}}{KFbeta\ KFalpha}\right) YF_{x1}}{\left(1.88 - \frac{3.8400}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}\right) aw^2}$$

$$sigmaF2 := 400000.\ \frac{KFbetaKFalpha\left(1. + \frac{.12462\ 10^{-9}\, g0_{ccx}\, aw^{(7/2)}}{KFbetaKFalpha}\right) YF_{x2}}{\left(1.88 - \frac{3.8400}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}\right) aw^2}$$

Kiểm tra độ bền uốn:

if (sigmaF1-sigmaFcp1<0) and (sigmaF2 - sigmaFcp2 < 0) then True else False fi;

Error, cannot evaluate boolean: .40000e6*KFbeta*KFalpha*(1.+.12462e-9*g0[ccx]*aw^(7/2)/ KFbeta/KFalpha)/ (1.88-3.8400/round (.11111*aw))*YF[x1] /aw^2 < 187.20 and .40000e6* KFbeta*KFalpha* (1.+.12462e-9*g0[ccx]*aw^ (7/2) /Kfbeta /KFalpha) /(1.88-3.8400/round (.11111*aw))/aw^2*YF[x2] < 194.40

Kiểm nghiệm quá tải:

Theo công thức (6.48)-[4], tập 1: ứng suất tiếp xúc cực đại:

> Kqt:=1.4;sigmaHmax:=sigmaH*(Kqt)^(1/2);

Theo công thức (6.49)-[4], tập 1: ứng suất uốn cực đại:

>sigmaFmax1:=evalf(sigmaF1*Kqt);sigmaFmax2:=evalf(sigmaF2*Kqt);

$$Kqt := 1.4$$

$$sigmaHmax := 801320.\sqrt{\frac{1}{\sin(2.\ alphatw)}}\sqrt{.70663 + \frac{1.2800}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}}$$

$$\sqrt{\frac{KHbeta\ KHalpha\left(1.+\frac{.46733\ 10^{-10}\ g0_{ccx}\ aw^{(7/2)}}{KHbeta\ KHalpha}\right)}{aw^3}}$$

$$sigmaFmax1 := 560000.\ \frac{KFbeta\,KFalpha\left(1.+\frac{.12462\ 10^{-9}\ g0_{ccx}\ aw^{(7/2)}}{KFbeta\,KFalpha}\right)YF_{x1}}{\left(1.88-\frac{3.8400}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}\right)aw^2}$$

$$sigmaFmax2 := 560000.\ \frac{KFbeta\ KFalpha\left(1.+\frac{.12462\ 10^{-9}\ g0_{ccx}\ aw^{(7/2)}}{KFbeta\ KFalpha}\right)YF_{x2}}{\left(1.88-\frac{3.8400}{\mathrm{round}(.11111\ aw)}\right)aw^2}$$

Kiểm tra các ứng suất tiếp xúc và uốn quá tải nhỏ hơn các ứng suất cho phép.

> if (sigmaHmax< min (sigmaH1max,sigmaH2max)) and (sigmaFmax1 <sigmaF1max) and (sigmaFmax2<sigmaF2max)then True else False fi;

Error, cannot evaluate boolean: .80132e6* (1/sin(2.*alphatw))^(1/2)* (.70663+1.2800/round(.11111*aw))^(1/2)*(KHbeta*KHalpha*(1.+.46733e-10*g0[ccx]*aw^(7/2)/ KHbeta/KHalpha)/aw^3)^(1/2) < 1820.0 and .56000e6*KFbeta*KFalpha*(1.+.12462e-9*g0[ccx]*aw^(7/2)/KFbeta/KFalpha)/(1.88-3.8400/round(.11111*aw))*YF[x1]/aw^2 < 520.0 and .56000e6*KFbeta* KFalpha*...

Xác định các lực tác dụng lên các bánh răng khi làm việc:

> if (BR=nghieng) then

Lực tiếp tuyến BR1:

> Ft1:=2*Tbr1/dw1;

Lực hướng kính BR1:

> Fr1:=evalf(Ft1*tan(alpha)/cos(beta*Pi/180),4);

Lực chiều trục BR1:

> Fa1:=evalf((Ft1*tan(alpha)),4);

Lực tiếp tuyến BR2:

```
> Ft2:=Ft1;
```

Lực hướng kính BR2:

```
> Fr2:=Fr1;
```

Lực chiều trục BR2 :

```
> Fa2:=Fa1 fi;
if BR=thang then
```

Lực tiếp tuyến BR1:

```
> Ft1:=2*Tbr1/dw1;
```

Lực hướng kính BR1:

```
> Fr1:=evalf(Ft1*tan(alpha)/cos(beta*Pi/180),4);
```

Lực chiều trục BR1:

```
> Fa1:=0;
```

Lực tiếp tuyến BR2:

```
> Ft2:=Ft1;
```

Lực hướng kính BR2:

```
> Fr2:=Fr1;
```

Lực chiều trục BR2 :

```
> Fa2:=Fa1 fi;
```

$$Ft1 := 480000.\frac{1}{aw}$$

$$Fr1 := 174700.\frac{1}{aw}$$

$$Fa1 := 0$$

$$Ft2 := 480000.\frac{1}{aw}$$

$$Fr2 := 174700.\frac{1}{aw}$$

$$Fa2 := 0$$

6.5 THIẾT KẾ TRỤC

```
> restart;
```

Các thông số đầu vào:

```
> M[x]:=41789;
dd1:=20:dd2:=50:dd3:=100:dd4:=20:
L1:=Vector([l1,dd1,dd1,dd1]):
L2:=Vector([dd2,l2,dd2,dd2]):
L3:=Vector([dd3,dd3,l3,dd3]):
L4:=Vector([dd4,dd4,dd4,l4]):
ttrx:=sin(2*tx):ttry:=sin(ty):Heso:=10^4:
P:=Heso*Matrix([[10*ttrx,15*ttrx,20*ttrx,25*ttrx],[5*ttry,10*ttry,15*ttry
,20*ttry]]):
```

$$M_x := 41789$$

Thủ tục xác định các phản lực khớp động:

```
> Tinhplgd:= proc(i)
global xA,xB,yA,yB,FA,FB;
local xa,xb,ya,yb,s1,s2,f1,f2,f3,f4;
f1:=xa+xb-(P[1,1]+P[1,2]+P[1,3]);
f2:=P[1,1]*(L1[i]+L3[i])+P[1,2]*(L3[i]-L2[i])-xa*L3[i]-P[1,3]*L4[i]-P[1,4]:
        s1:=solve({f1,f2},{xa,xb});
        assign(s1);
        xA[i]:=xa;
        xB[i]:=xb;
f3:=ya+yb-(P[2,1]+P[2,2]+P[2,3]);
f4:=P[2,1]*(L1[i]+L3[i])+P[2,2]*(L3[i]-L2[i])-ya*L3[i]-P[2,3]*L4[i]-P[2,4]:
        s2:=solve({f3,f4},{ya,yb});
        assign(s2);
        yA[i]:=ya;
        yB[i]:=yb;
```

```
FA[i]:=xA[i]/cos(arctan(yA[i]/xA[i])):
FB[i]:=xB[i]/cos(arctan(yB[i]/xB[i])):
    end proc:
```

Thủ tục xác định các mômen tại các mặt cắt nguy hiểm:

```
> Tinhmm:=proc(i)
global mA,mB,mC :
local mAx,mBx,mCx,mAy,mBy,mCy:
mAx[i]:=P[1,1]*L1[i]:mAy[i]:=P[2,1]*L1[i]:
mBx[i]:=P[1,3]*(L4[i]-L3[i]):mBy[i]:=P[2,3]*(L4[i]-L3[i]):
mCx[i]:=P[1,1]*(L1[i]+L2[i])-xA[i]*L2[i]-P[1,4]:
mCy[i]:=P[2,1]*(L1[i]+L2[i])-yA[i]*L2[i]-P[2,4]:
mA[i]:=mAx[i]/cos(arctan(mAy[i]/mAx[i])):
mB[i]:=mBx[i]/cos(arctan(mBy[i]/mBx[i])):
mC[i]:=mCx[i]/cos(arctan(mCy[i]/mCx[i])):end proc:
> for i from 1 by 1 to 4 do
    Tinhplgd(i);Tinhmm(i);od:
```

Nhập sự lựa chọn các trường hợp :

```
> thop:=3;
```

thop := 3

Thủ tục lựa chọn các trường hợp :

```
> if thop=1 then l:=l1 fi;
if thop=2 then l:=l2 fi;
if thop=3 then l:=l3 fi;
if thop=4 then l:=l4 fi;
```

l := *l3*

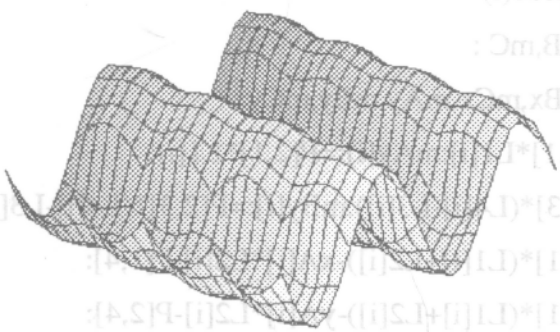
```
> with(plots):
```

Warning, the name changecoords has been redefined

Vẽ đồ thị phản lực khớp động tại gối đỡ A :

> animate3d(FA[thop],tx=-Pi..Pi,ty=-2*Pi..2*Pi,l=0..20,title="Do thi bieu dien su thay doi cua phan luc goi do A khi dich chuyen luc P(t)");

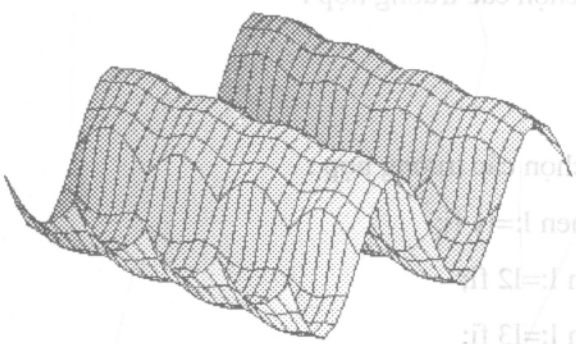
Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat A khi dich chuyen luc P(t)



Vẽ đồ thị phản lực khớp động tại gối đỡ B :

> animate3d(FB[thop],tx=-Pi..Pi,ty=-2*Pi..2*Pi,l=0..20,title="Do thi bieu dien su thay doi cua phan luc goi do B khi dich chuyen luc P(t)");

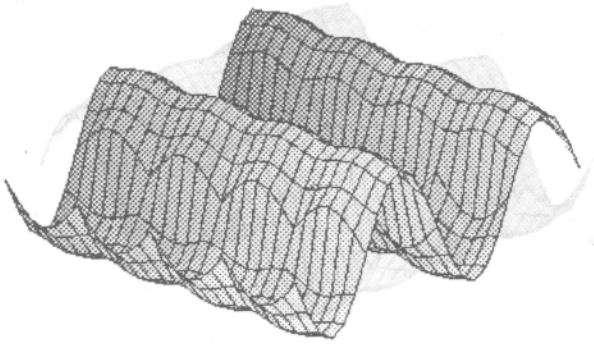
Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat A khi dich chuyen luc P(t)



Vẽ đồ thị mômen tại mặt cắt A-A :

> animate3d(mA[thop],tx=-Pi..Pi,ty=-2*Pi..2*Pi,l=0..20,title="Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat A khi dich chuyen luc P(t)");

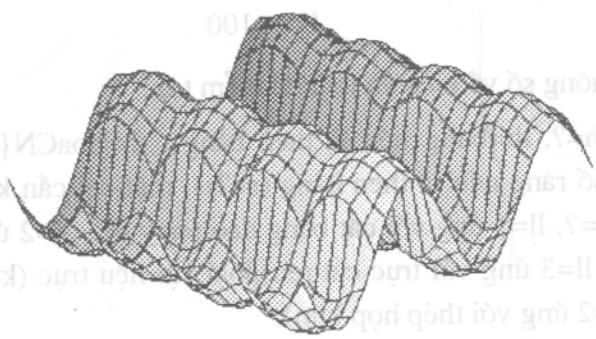
Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat A khi dich chuyen luc P(t)



Vẽ đồ thị mômen tại mặt cắt B-B :

> animate3d(mB[thop],tx=-Pi..Pi,ty=-2*Pi..2*Pi,l=0..20,title="Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat B khi dich chuyen luc P(t)");

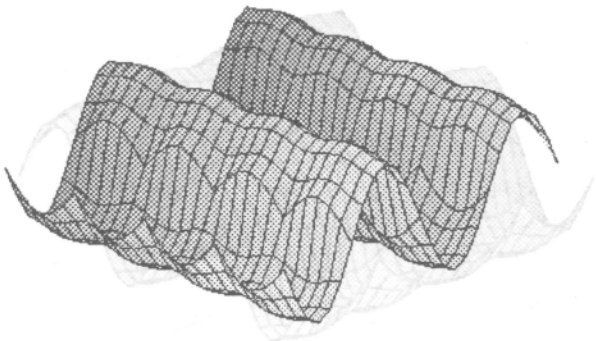
Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat B khi dich chuyen luc P(t)



Vẽ đồ thị mômen tại mặt cắt C-C :

> animate3d(mC[thop],tx=-Pi..Pi,ty=-2*Pi..2*Pi,l=0..20,title="Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat C khi dich chuyen luc P(t)");

Do thi bieu dien su thay doi cua momen uon tai matcat A khi dich chuyen luc P(t)



Nhập các thông số để kiểm tra điều kiện bền tại các mặt cắt :

> tx:=Pi/4;ty:=2*Pi/3;l3:=dd3;

$$tx := \frac{1}{4}\pi$$

$$ty := \frac{2}{3}\pi$$

$$l3 := 100$$

Nhập các thông số về kiểu và loại để kiểm tra :

Loại then(th=?, th=bang{nếu là then bằng}, th=hoaCN{nếu là then hoa Chữ Nhật}), { số răng nếu là then bằng (r=?)}, mặt cắt cần kiểm tra (mc=?), kiểu cắt then (ll=?, ll=1 ứng với cắt bằng dao phay đĩa, ll=2 ứng với cắt bằng dao phay ngón, ll=3 ứng với trục cắt ren),loại vật liệu trục (k=?, k=1 ứng với thép Cacbon, k=2 ứng với thép hợp kim)

> k:=1:ll:=1:th:=bang:r:=2:mc:=A:

Thủ tục lựa chọn mặt cắt :

> if mc=A then M[u[mc]]:=mA[thop] fi:

if mc=B then M[u[mc]]:=mB[thop] fi:

if mc=C then M[u[mc]]:=mC[thop] fi:

Nhập các thông số của vật liệu làm trục :

> M[td]:=sqrt(M[u[mc]]^2+.75*M[x]^2):

sigma[ch]:=340:

```
sigma[chophep]:=63:
sigma[ben]:=600:
K[x]:=1.35:
K[y]:=1.7:
sigma[-1]:=.4*sigma[ben]:
tau[-1]:=.5*sigma[-1]:
d[sb]:=round((M[td]/(.1*sigma[chophep]))^(1/3));
```

$$d_{sb} := 70$$

Thủ tục lựa chọn đường kính trục :

```
> d[chon]:=d[sb]+1;
```

$$d_{chon} := 71$$

Thủ tục tra các giá trị psi[sigma], psi[tau], epsilon[sigma], epsilon[tau] :

```
> if (sigma[ben]>=500) and (sigma[ben]<=700) then psi[sigma]: = 0.05:
psi[tau]:=0 fi:
if (sigma[ben]> =700) and (sigma[ben] <=1000) then psi[sigma]:
=0.1:psi[tau]:=0.05 fi:
if (sigma[ben]> =1000)and(sigma[ben] <=1200) then psi[sigma]: =0.2:
psi[tau]:=0.1 fi:
if (sigma[ben] >=1200) and (sigma[ben] <=1400) then
psi[sigma]:=0.25:psi[tau]:=0.15 fi:
Hesoktsm[1]:=spline([15,20,30,40,50,70,80,100],[0.95,0.92,0.88,0.85,0.8
1,0.76,0.73,0.70],d[chon],cubic):
Hesoktsm[2]:=spline([15,20,30,40,50,70,80,100],[0.87,0.83,0.77,0.73,0.7
0,0.66,0.64,0.62],d[chon],cubic):
Hesokttau:=spline([15,20,30,40,50,70,80,100],[0.92,0.89,0.81,0.78,0.76,0
.73,0.71,0.70],d[chon],cubic):
Ksigma[1]:=spline([400,600,800,1000,1200],[1.3,1.46,1.62,1.77,1.92],sig
ma[ben],cubic):
```

```
Ksigma[2]:=spline([400,600,800,1000,1200],[1.35,1.55,1.65,1.72,1.75],si
gma[ben],cubic):

Ksigma[3]:=spline([400,600,800,1000,1200],[1.45,1.96,2.32,2.61,2.9],sig
ma[ben],cubic):

Ktau[1]:=spline([400,600,800,1000,1200],[1.2,1.54,1.88,2.22,2.39],sigma
[ben],cubic):

Ktau[2]:=spline([400,600,800,1000,1200],[2.1,2.36,2.55,2.7,2.8],sima[b],
cubic):

Ktau[3]:=spline([400,600,800,1000,1200],[1.27,1.58,1.79,1.97,2.14],sig
ma[ben],cubic):

bb:=Vector([2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28]):

tt:=Vector([1,1.4,1.8,2.3,2.8,2.8,3.3,3.3,3.8,4.3,4.4,4.9,5.4,5.4,6.4]):

d1:=Vector([8,10,12,17,22,30,38,44,50,58,65,75,85,95,110]):

for i from 1 to 15 by 1 do

if (d[chon]>=d1[i])and (d[chon]<=d1[i+1]) then b:=bb[i]: t1:=tt[i] fi:

end do:
```

Thủ tục in ra màn hình các thông số :

```
> s[mc]:=evalf(s[mc],3);

W[u]:=evalf(W[u],3);

W[o]:=evalf(W[o],3);

K[tau[d[mc]]]:=evalf(K[tau[d[mc]]],3);

K[sigma[d[mc]]]:=evalf(K[sigma[d[mc]]],3);

s[sigma[mc]]:=evalf(s[sigma[mc]],3);

s[tau[mc]]:=evalf(s[tau[mc]],3);

sigma[a[mc]]:=evalf(sigma[a[mc]],3);

tau[a[mc]]:=evalf(tau[a[mc]],3);

tau[m[mc]]:=evalf(tau[a[mc]],5);

M[td]:=evalf(M[td]);

sigma[-1]:=sigma[-1];
```

```
tau[-1]:=tau[-1];
sigma[uon]:=evalf(M[u[mc]]/(.1*d[chon]^3),3);
tau[xoan]:=evalf(M[x]/(.2*d[chon]^3),2);
sigma[td]:=evalf(sqrt(sigma[uon]^2+3*tau[xoan]^2),3);
sigma[quatai]:=sigma[td]*1.4;
sigma[chophep]:=.8*sigma[ch];
if d[chon]<d[sb] then print("Truc khong dam bao do ben tinh")else
if (sigma[quatai]<sigma[chophep]) then print("Truc bao dam do ben khi qua tai") ;
if s[mc]<2 then print("Truc khong bao dam do ben moi") else print("Truc bao dam do ben moi") ;fi;
else print(" Truc khong bao dam do ben khi qua tai ") fi;
fi;
if(d[chon]>d[sb])and(s[mc]>2)and(sigma[quatai]<sigma[chophep])then
"Cac thong so ve kich thuoc so bo cua truc";Truonghop:=thop;
d1:=L1[thop],"(mm)";d2:=L2[thop],"(mm)";d3:=L3[thop],"(mm)";d4:=L4[thop],"(mm)";Matcat[mc]:=d[chon],"(mm)";fi;
```

$$s_A := 1240.1/\left(\left(.588\frac{Ksigma_1}{Hesoktsm_1}+.206\right)\left(.588\frac{Ksigma_1}{Hesokttau}+.206\right)\sqrt{141000.\frac{1}{\left(.588\frac{Ktau_1}{Hesokttau}+.206\right)^2}+\frac{11.0}{\left(.588\frac{Ksigma_1}{Hesoktsm_1}+.206\right)^2}}\right)$$

$$W_u := 30200.$$

$$W_o := 65400.$$

$$K_{\tau_{d_A}} := .588\frac{Ktau_1}{Hesokttau}+.206$$

$$K_{\sigma_{d_A}} := .588\frac{Ksigma_1}{Hesoktsm_1}+.206$$

$$s_{\sigma_A} := 3.33 \frac{1}{.588 \frac{Ksigma_1}{Hesoktsm_1} + .206}$$

$$s_{\tau_A} := 374. \frac{1}{.588 \frac{Ktau_1}{Hesokttau} + .206}$$

$\sigma_{a_A} := 72.2$

$\tau_{a_A} := .320$

$\tau_{m_A} := .320$

$M_{td} := .2179749926\ 10^7$

$\sigma_{-1} := 240.0$

$\tau_{-1} := 120.00$

$\sigma_{uon} := 60.9$

$\tau_{xoan} := .58$

$\sigma_{td} := 60.9$

$\sigma_{quatai} := 85.26$

$\sigma_{chophep} := 272.0$

"Truc bao dam do ben khi qua tai

Error, cannot evaluate boolean: .124e4/ (.588*Ksigma[1] /Hesoktsm [1]+.206)/(.588*Ktau[1]/Hesokttau+.206)/(.141e6/(.588*Ktau[1]/Hesokttau+.206)^2+11.0/(.588*Ksigma[1]/Hesoktsm[1]+.206)^2)^(1/2) < 2

Error, cannot evaluate boolean: -.124e4/ (.588*Ksigma [1] /Hesoktsm [1]+.206)/(.588*Ktau[1]/Hesokttau+.206)/(.141e6/(.588*Ktau[1]/Hesokttau+.206)^2+11.0/(.588*Ksigma[1]/Hesoktsm[1]+.206)^2)^(1/2) < -2

6.6 TÍNH TOÁN CHỌN Ổ

> restart;Digits:=3:

Đường kính trong của trục :

```
> d:=50;
```

Số vòng quay :

```
> n:=1198;
```

Trị số tuổi thọ :

```
> Lh:=25e3;
```

Hệ số thời gian :

```
> kt:=(.5+.5*(.8)^m):
```

Nhiệt độ :

```
> theta:=200;
```

Tên vòng quay:

```
> vong:=trong;
```

Loại tải trọng :

```
> taitrong:=vadapnhe;
```

Cỡ ổ chọn :

```
> co:=nhe;
```

Lực dọc trục :

```
> Fa1t:=1000;
Fa2t:=Fa1t;
```

Lực tiếp tuyến :

```
> Fx1:=1000;
Fx2:=1500;
Fy1:=2000;
Fy2:=2500;
```

$$d := 50$$

$$n := 1198$$

$$Lh := 25000$$

$$\theta := 200$$

$$vong := trong$$

$$taitrong := vadapnhe$$

$$co := nhe$$

$$Fa1t := 1000$$

$$Fa2t := 1000$$

$$Fx1 := 1000$$

$$Fx2 := 1500$$

$$Fy1 := 2000$$

$$Fy2 := 2500$$

Thủ tục xác định các hệ số :

> if vong=trong then V:=1 elif vong=ngoai then V:=1.2 fi;

if theta=105 then kt:=1 elif (theta<=250)and(theta>105)then kt:=(108+.4*theta)/150 fi;

if taitrong=tinhkovadap then kd:=1 elif taitrong=vadapnhe then kd:=1.2 elif taitrong=vadapvua then kd:=1.5 elif taitrong=vadapmanh then kd:=2 elif taitrong=vadapratmanh then kd:=2.5 fi;

$$V := 1$$

$$kt := 1.25$$

$$kd := 1.2$$

Thủ tục lựa chọn loại ổ :

> if (Fa1t=0)then loaiO:=bido;alpha:=0 fi;

if (Fa1t<>0)then loaiO:=duacon;alpha:=(12*Pi/180) fi;

e:=evalf(1.5*tan(alpha),3);

$$loaiO := duacon$$

$$\alpha := \frac{1}{15}\pi$$

$$e := .318$$

Xác định các phản lực :

> Fr1:=evalf(sqrt(Fx1^2+Fy1^2));

Fr2:=evalf(sqrt(Fx2^2+Fy2^2));

Fs1:=.83*e*Fr1;

Fs2:=.83*e*Fr2;

Fa1:=Fa1t-Fs2;

Fa2:=Fa2t+Fs1;

$$Fr1 := 2240.$$

$$Fr2 := 2920.$$

$$Fs1 := 591.$$

$$Fs2 := 771.$$

$$Fa1 := 229.$$

$$Fa2 := 1590.$$

Ma trận quản lý số liệu:

> if loaiO=bido then

if co=sieunhe then

LO:=Matrix([["1000904","1000905","1000906","1000907","1000908","1000909","1000911","1000912","1000915"],[20,25,30,35,40,45,50,60,75],[37,42,47,55,62,68,80,85,100],[9,9,9,10,12,12,13,13,16],[.5,.5,.5,1,1,1,1.5,1.5,1.5],[5.14,5.57,5.95,8.16,9.54,10.3,12.3,12.5,19.1],[3.12,3.75,4.06,5.76,7.06,8.29,10.2,10.8,17.2]]) fi;

if co=dacbietnhehep then

LO:=Matrix([["700105","700106","700107","700108","700109","700110","700111","700112","700113","700114"],[25,30,35,40,45,50,55,60,65,70],[47,55,62,68,75,80,90,95,100,110],[8,9,9,9,10,10,11,11,11,13],[.5,.5,.5,.5,.5,1,1,1,1,1],[6.57,7.56,7.74,10.3,10.5,10.8,12.9,13.2,13.5,15.8],[4.24,5.4,5.79,8.06,8.57,9.07,10.8,11.5,12.1,14.2]])fi ;

if co=dacbietnhevua then

LO:=Matrix([["104","105","106","107","108","109","110","111","112","113","114","115","116","117","118","120"],[20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,100],[42,47,55,62,68,75,80,90,95,100,110,115,125,130,140,150],[12,12,13,14,15,16,16,18,18,18,20,20,22,22,24,24],[1,1,1.5,1.5,1.5,1.5,1.5,2,2,2,2,2,2,2,2.5,2.5],[7.36,7.9,10.4,12.5,13.2,16.5,16.5,22.2,24.1,24.1,30.3,3

0.4,37.4,37.4,41.1,42.3],[4.54,5.04,7.02,8.66,9.45,12.4,13.4,17.3,18.5,20,24.6
,24.6,31.9,31.9,35.7,42.3]])fi ;

if co=nhe then

LO:=Matrix([["204","205","206","207","208","209","210","211","212","
213","214","215","216","217","218","219","220"],[20,25,30,35,40,45,50,55,6
0,65,70,75,80,85,90,95,100],[47,52,62,72,80,85,90,100,110,120,125,130,140,
150,160,170,180],[14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,28,30,32,34],[1.5,
1.5,1.5,2,2,2,2,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,3,3,3,3.5,3.5],[10,11,15.3,20.1,25.6,25.7,27.
5,34,41.1,44.9,48.8,51.9,57,65.4,75.3,85.3,95.8],[6.3,7.09,10.2,13.9,18.1,18.1
,20.2,25.6,31.5,34.7,38.1,41.9,45.4,54.1,61.7,70,80.6]])fi ;

if co=trung then

LO:=Matrix([["304","305","306","307","308","309","310","311","312","
313","314","315","316","317","318","319","320"],[20,25,30,35,40,45,50,55,6
0,65,70,75,80,85,90,95,100],[52,62,72,80,90,100,110,120,130,140,150,160,1
70,180,190,215],[15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39,41,43,47],[2,2,2,2.
5,2.5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4,4],[12.5,17.6,22,26.2,31.9,37.8,48.5,56,64
.1,72.4,81.7,89,96.5,104,112,136],[7.94,11.6,15.1,17.9,21.7,26.7,36.3,42.6,49
.4,56.7,64.5,72.8,71.7,91,101,133]])fi ;

if co=nang then

LO:=Matrix([["405","406","407","408","409","410","411","412","413","
414","416","417"],[25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,80,85],[80,90,100,110,120
,130,140,150,160,180,200,210],[21,23,25,27,29,31,33,35,37,42,48,52],[2.5,2.
5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4,5],[29.2,37.2,43.6,50.3,60.4,68.5,78.7,85.6,92.6,1
13,128,136],[12.1,20.8,27.2,31.9,37,53,53,63,71.4,79.6,107,128,138]])fi fi;

if loaiO=duacon then

if co = dacbietnhe then LO: = Matrix ([["2007106", "2007107",
"2007108","2007109","2007111","2007113","2007114","2007115","200711
6","2007118","2007119","2007120","2007122"],[30,35,40,45,55,65,70,75,80
,90,95,100,110],[55,62,68,75,90,100,110,115,125,140,145,150,170],[16,17,1
8,19,22,22,24,26,27,30,30,30,36],[1.5,1.5,1.5,1.5,2,2,2,2,2,2.5,2.5,2.5,3],[9.0
8,10.25,10.25,11.33,12.5,14.08,14.08,14.08,12.75,12.83,12.83,12.83,12.83],[

23.5,25.6,31.9,40,49.1,52.9,67.6120,88.4,111,114,117,161],[19.9,23,28.4,34.
8,45.2,51.3,65.8,108.8,88.5,111,115,120,166]]) fi;

if co=nhe then

LO:=Matrix([["7206","7207","7208","7209","7210","7211","7212","721
4","7215","7216","7217","7216","7219","7220","7224"],[30,35,40,45,50,55,6
0,70,75,80,85,90,95,100,120],[62,72,80,85,90,100,110,125,130,140,150,160,
170,180,215],[16,17,18,19,20,21,22,24,25,26,28,30,32,34,40],[1.5,2,2,2,2,2.5
,2.5,2.5,2.5,3,3,3,3.5,3.5,3.5],[13.67,13.83,14.33,15.33,14,15.33,13.17,13.83,
14.5,15.67,16.17,14.33,14.33,15,15],[29.8,35.2,42.4,42.7,52.9,57.9,72.2,95.9,
97.6,106,109,141,145,162,252],[26.3,32.7,33.4,40.6,46.1,58.4,82.1,84.5,95.2,
91.4,125,131,146,237]])fi;

if co=nherong then

LO:=Matrix([["7506","7507","7508","7509","7510","7511","7512","751
3","7514","7515","7516","7517","7518","7519","7520","7522","7524"],[30,3
5,40,45,50,55,60,70,75,80,85,90,95,100,110,120],[62,72,80,85,90,100,110,12
0,125,130,140,150,160,170,180,200,215],[20,23,23,23,23,25,28,31,32,31,33,
36,40,43,46,53,58],[1.5,2,2,2,2,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,3,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5],[13.6
7,13,14.25,15.5,15.67,13.5,14.67,13.83,14.5,15.17,15,15,14.5,14.33,15,15,15
],[],[34.9,50.2,53.9,51.6,59.8,72.2,84,109,110,115,133,151,179,225,232,291,
351],[27.5,40.3,44.8,42.6,54.5,61.6,75.6,98.9,101,108,126,141,171,225,236,2
96,379]])fi;

if co=trung then

LO:=Matrix([["7306","7307","7308","7309","7310","7311","7312","731
3","7314","7315","7317","7318"],[30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,85,90],[72,
80,90,100,110,120,130,140,150,160,180,190],[19,21,23,25,27,29,31,33,35,37
,41,43],[2,2.5,2.5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4],[13.5,12,10.5,10.83,11.67,12.5,1
1.5,11.5,11.67,12.33,11.83,12],[40,48.1,61,76.1,96.6,102,118,134,168,178,22
1,240],[29.9,35.3,46,59.3,75.9,81.5,96.3,111,137,148,195,201]])fi;

if co=trungrong then

LO:=Matrix([["7606","7607","7608","7609","7610","7611","7612","761
3","7614","7615","7616","7618","7620","7622","7624"],[30,35,40,45,50,55,6
0,65,70,75,80,90,100,110,120],[72,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,1

```
for i from 1 by 1 to 13 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od fi;
Co:=LO[7,vt]*1000;C:=LO[6,vt]*1000 fi;
if loaiO=duacon then
if co=dacbietnhe then
for i from 1 by 1 to 13 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od fi;
if co=nhe then
for i from 1 by 1 to 15 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od  fi;
if co=nherong then
for i from 1 by 1 to 17 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od  fi;
if co=trung then
for i from 1 by 1 to 12 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od  fi;
if co=trungrong then
for i from 1 by 1 to 15 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od fi;
Co:=LO[8,vt]*1000;C:=LO[7,vt]*1000 fi;
```

$$Co := 46100.$$

$$C := 52900.$$

Thu tục tra các hệ số ({X,Y} , {Xo,Yo}):

```
> if (loaiO=bido) then m:=3;Xo:=.6;Yo:=.5
 elif loaiO=duacon then m:=10/3;Xo:=.5;
Yo:=evalf(.22/tan(alpha)) fi;
hs1:=Fa1/(10^3*Co):hs2:=Fa2/(10^3*Co):
if loaiO=bido then
if Fa1/(V*Fr1)<=e then X1:=1;Y1:=0 else X1:=.56;
Y1:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[2.3,1.99,1.71,1.55,1.45,1.31,1.15,1.04,1],hs1,linear)  fi;
if Fa2/(V*Fr2)<=e then X2:=1;Y2:=0 else X2:=.56;
Y2:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[2.3,1.99,1.71,1.55,1.45,1.31,1.15,1.04,1],hs2,linear)  fi fi;
if loaiO=bidochan then
if Fa1/(V*Fr1)<=e then X1:=1;Y1:=0 else X1:=.45;
Y1:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[1.81,1.62,1.46,1.34,1.22,1.13,1.04,1.01,1],hs1,linear)  fi;
if Fa2/(V*Fr2)<=e then X2:=1;Y2:=0 else X2:=.45;
Y2:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[1.81,1.62,1.46,1.34,1.22,1.13,1.04,1.01,1],hs2,linear) fi fi;
if loaiO = duacon then X1: = evalf(tan(alpha)); Y1:=1; X2: =evalf (tan(alpha)); Y2:=1 fi;
```

Xác định tải trọng động quy ước :

```
> Q1:=evalf((V*X1*Fr1+Y1*Fa1)*kt*kd);
Q2:=evalf((V*X2*Fr2+Y2*Fa2)*kt*kd);
```

Tính toán các thông số để kiểm tra :

```
> L:=evalf(Lh*60*n/10^6,5);
Qe1:=Q1*kt^(1/m):
Qe2:=Q2*kt^(1/m):
Qt11:=(Xo*Fr1+Yo*Fa1):Qt12:=Fr1:
```

```
Qt21:=(Xo*Fr2+Yo*Fa2):Qt22:=Fr2:
if Qt11<Qt12 then Qt1:=Qt12 else Qt1:=Qt11 fi;
if Qt21<Qt22 then Qt2:=Qt22 else Qt2:=Qt21 fi;
Cd1:=evalf(Qe1*(L)^(1/m),5);
Cd2:=evalf(Qe2*(L)^(1/m),5);
if (Qt1>Co)or(Qt2>Co)then print("Loai O ma ban vua chon khong thoa man dieu kien chiu tai trong tinh .Hay chon lai O !")elif (Cd1>C)or(Cd2>C)then print("Loai O ma ban vua chon khong thoa man dieu kien chiu tai trong dong .Hay chon lai O !")else print("Loai O ma ban vua chon thoa man dieu kien chiu tai trong dong va tai trong tinh") fi;
loaiO:=loaiO;"CAC THONG SO VE O LAN VUA CHON";
if loaiO=duacon then
TenO:=LO[1,vt];Co:=LO[8,vt]*1000;C:=LO[7,vt]*1000;"Duong kinh trong";d:=d ;"Duong kinh ngoai";D1:=LO[3,vt];"Be rong";B:=LO[4,vt];"Goc con";alpha1:=LO[6,vt];"Ban kinh goc luon";r:=LO[5,vt] fi;
if loaiO=bido then
TenO:=LO[1,vt];Co:=LO[7,vt]*1000;C:=LO[6,vt]*1000;
"Duong kinh trong";d:=d ;"Duong kinh ngoai";D1:=LO[3,vt];"Be rong";B:=LO[4,vt];"Ban kinh goc luon";r:=LO[5,vt] fi;
```

$$m := \frac{10}{3}$$

$$Xo := .5$$

$$Yo := 1.04$$

$$X1 := .212$$

$$Y1 := 1$$

$$X2 := .212$$

$$Y2 := 1$$

$$Q1 := 1060.$$

$Q2 := 3310.$

$L := 1797.0$

$Qt1 := 2240.$

$Qt2 := 3110.$

$Cd1 := 10701.$

$Cd2 := 33525.$

"Loai O ma ban vua chon thoa man dieu kien chiu tai trong dong va tai trong tinh"

loaiO := *duacon*

"CAC THONG SO VE O LAN VUA CHON

TenO := "7210"

$Co := 46100.$

$C := 52900.$

"Duong kinh trong"

$d := 50$

"Duong kinh ngoai"

D1 := 90

"Be rong"

$B := 20$

"Goc con"

$\alpha 1 := 14$

"Ban kinh goc luon"

$r := 2$

Kết thúc quá trình tự động hoá tính toán.

Chương 7

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN BÁNH RĂNG NÓN (CÔN)

> restart;Digits:=5:

7.1 CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO :

Số ngày trong tháng: > ngay:=30:

Vận tốc băng tải(m/s): > V:=2.5:

Số ca trong ngày: > ca:=2:

Đường kính tang quay(mm): > d:=200:

Số giờ 1 ca: > g:=8:

Số năm sử dụng: > Nam:=12:

Tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng côn - u[br]:

> ubr:=5; $ubr := 5$

Xác định công suất các trục:P3, P2, P1 (kW):

>P3:=evalf(Plv/(etakn*etaol),3);P2:=evalf(P3/(etatvbr*etaol),3);P1:=evalf (P2/(etaD*etaol),3);

$$P3 := 4.15$$

$$P2 := 5.24$$

$$P1 := 5.58$$

Số vòng quay của các trục n1, n2, n3, n4 (vòng/phút):

> n1:=ndc;n2:=n1/uD;n3:=n2/ubr;

$$n1 := 2922$$

$$n2 := 1197.5$$

$$n3 := 239.50$$

Mômen trên các trục T1, T2, T3 (N.m):

> T1:=9.55e3*P1/n1;

T2:=9.55e3*P2/n2;

T3:=9.55e3*P3/n3;

$$T1 := 18.237$$

$$T2 := 41.789$$

$$T3 := 165.48$$

7.2 THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN (NÓN):

Tỷ số truyền và mômen xoắn trục chủ động:

> ubr:=ubr;Tbr1:=T2*10^3;

$$ubr := 5$$

$$Tbr1 := 41789.$$

Sơ đồ phân bố tải trọng :

> sodo:=1:loaiO:=bi:

Số vòng quay BR1,BR2 :

> n2:=n2;n3:=n3;

Loại bánh răng : BR côn răng thẳng, BR côn răng nghiêng hoặc BR côn răng cung tròn:

> BR:=nghieng;

Chọn trước góc nghiêng $\beta := 15$ độ góc ăn khớp $\alpha := 20$:

> if BR=nghieng then beta:=30 elif BR=thang then beta:=0 elif BR=cungtron then beta:=35 fi;alpha:=20;

$$n2 := 1197.5$$

$$n3 := 239.50$$

$$BR := nghieng$$

$$\beta := 30$$

$$\alpha := 20$$

Các chỉ tiêu cơ tính của vật liệu chế tạo bánh răng côn:

> Tenvlieu:=["Thep 40-toi cai thien","Thep 45-thuong hoa","Thep 45-toi cai thien(S<=100)","Thep 45-toi cai thien(S<=60)","Thep 50-thuong hoa","Thep 50-toi cai thien","Thep 40X-toi cai thien(S<=100)","Thep 40X-toi

cai thien(S<=60)","Thep 45X-toi cai thien(S<=100)","Thep 45X-toi cai thien(100<S<=300)"]:

```
Dran:=[200,190,220,250,210,240,245,270 ,260,235]:
ghbkeo:=[40,45,40,45,40,55,28,35,38,40]:
klrieng:=[8.5,8.2,8.65,8.5,8.4,8.4,8.8,8.54,8.4,8.5]:
ghtle:=[20,20,17,17,20,20,8.5,10,30,15]:
ghbxoan:=[20,18,16,12,12,13.5,7.5,12,4.1,8]:
ghbuon:=[58,30,35,55,50,52,55,70,60,46]:
ddphuy:=[10,11,12,10,8,7,9,6,4,4.5]:
ghmoi:=0.5*ghbkeo+.4*ghbuon:
dgia:=[6.75,7,9,10,7.5,10,7.5,10,9,27.5]:
ghchay:=[400,340,450,580,350,530,550,700,650,500]:
ghben:=[700,600,750,850,640,850,950,850,7500,700]:
modullE:=2.1e7:
```

Xây dựng các hàm mục tiêu :

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
Renhat[i]:=evalf(ghtle[i]/(klrieng[i]*dgia[i])):
Nnhat[i]:=evalf(ghtle[i]/klrieng[i]):
Dbmtnhat[i]:=evalf(ghmoi[i]/klrieng[i]):
Dbtutnhat[i]:=evalf(ghbuon[i]^(2/3)/klrieng[i]):
Dbtxtnhat[i]:=evalf(ghbxoan[i]^(2/3)/klrieng[i]):
Dcrtnhat[i]:=evalf(modullE/klrieng[i]):
Dvdrtnhat[i]:=evalf(ghtle[i]^2/(modullE*klrieng[i])):
Knltvntnhat[i]:=evalf(ddphuy[i]/dgia[i]):od:
```

Thủ tục chọn vật liệu tối ưu :

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
```

```
M[1,i]:=Renhat[i]:M[2,i]:=Nnhat[i]:M[3,i]:=Dbmtnhat[i]:M[4,i]:=Dbtutn
hat[i]:M[5,i]:=Dbtxtnhat[i]:M[6,i]:=Dcrtnhat[i]:M[7,i]:=Dvdrtnhat[i]:M[8,i]:=
Knltvntnhat[i]:od:

M:=evalf(matrix(8,10,[seq(M[1,i],i=1..10),seq(M[2,i],i=1..10),seq(M[3,i]
,i=1..10),seq(M[4,i],i=1..10),seq(M[5,i],i=1..10),seq(M[6,i],i=1..10),seq(M[7,
i],i=1..10),seq(M[8,i],i=1..10)]),2);

for i from 1 by 1 to 8 do

Jmax[i]:=1:

for j from 2 by 1 to 10 do

if M[i,Jmax[i]]<=M[i,j] then Jmax[i]:=j fi:

od:od:

K:=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]:dem:=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]:

for i from 1 by 1 to 10 do

for j from 1 by 1 to 10 do

if Jmax[i]=K[j] then dem[j]:=dem[j]+1 fi od od:

nho := 1:m:=dem[1]:

for i from 1 by 1 to 10 do if(m<=dem[i]) then m:=dem[i]:nho:=i fi od;

sigmab1:=ghben[nho]:sigmach1:=ghchay[nho]:sigmab2:=ghben[nho-
1]:sigmach2:=ghchay[nho-1]:HBbr1:=Dran[nho]:HBbr2:=Dran[nho-1]:

TenvatlieuBR1dachon:=Tenvlieu[nho];

TenvatlieuBR2dachon:=Tenvlieu[nho-1];
```

$M :=$

$[.35, .35, .22, .20, .32, .24, .13, .12, .40, .064]$

$[2.4, 2.4, 2.0, 2.0, 2.4, 2.4, .97, 1.2, 3.6, 1.8]$

$[5.1, 4.2, 3.9, 5.2, 4.8, 5.8, 4.1, 5.3, 5.1, 4.5]$

$[1.8, 1.2, 1.2, 1.7, 1.6, 1.7, 1.6, 2.0, 1.8, 1.5]$

$[.87, .84, .73, .62, .62, .67, .44, .61, .30, .47]$

$[.25\,10^{7}, .26\,10^{7}, .24\,10^{7}, .25\,10^{7}, .25\,10^{7}, .25\,10^{7}, .24\,10^{7}, .25\,10^{7}, .25\,10^{7}, .25\,10^{7}]$

$[.22\,10^{-5}, .23\,10^{-5}, .16\,10^{-5}, .16\,10^{-5}, .23\,10^{-5}, .23\,10^{-5}, .39\,10^{-6}, .56\,10^{-6}, .51\,10^{-5}$

, .13 10^{-5}]

[1.5 , 1.6 , 1.3 , 1. , 1.1 , .70 , 1.2 , .60 , .44 , .16]

TenvatlieuBR1dachon := "Thep 45X-toi cai thien(S<=100)"

TenvatlieuBR2dachon := "Thep 40X-toi cai thien(S<=60)"

Sigma[HIim] và sigma[Flim] là các ứng suất tiếp xúc và uốn cho phép ứng với số chu kỳ cơ sở. Theo bảng 6.2, [4]-tập 1:

```
>sigmaHlim1:=2*HBbr1+70;sigmaFlim1:=1.8*HBbr1;
sigmaHlim2:=2*HBbr2+70;sigmaFlim2:=1.8*HBbr2;
```

sigmaHlim1 := 590

sigmaFlim1 := 468.0

sigmaHlim2 := 610

sigmaFlim2 := 486.0

m[H1] và m[F1] - bậc của đường cong mỏi khi thử về tiếp xúc và uốn, do HB[br]>350, tr91[3]nên:

```
mH:=6;mF:=6;
```

Các hệ số an toàn, theo bảng 6.2, [4] - tập 1;

```
> sH:=1.1;sF:=1.75;
```

K[FC]: hệ số xét đến ảnh hưởng đặt tải, do tải trọng hai phía và do HB[]<350, tr91[4] nên :

```
> KFC:=.7;
```

N[FO]- số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở khi thử về uốn (với tất cả các loại thép):

```
NFO1:=4*10^6;NFO2:=NFO1;
```

c-số lần ăn khớp trong một vòng quay:

```
cbr1:=2;cbr2:=cbr1;
```

nbr1 số vòng quay BR1 ,nbr2 số vòng quay BR2

t[i] tổng số giờ làm việc ở chế độ i.

```
nbr1:=n2;nbr2:=n3;t1:=12*Nam*ngay*ca*g/2;t2:=t1;
```

mH := 6

$$mF := 6$$

$$sH := 1.1$$

$$sF := 1.75$$

$$KFC := .7$$

$$NFO1 := 4000000$$

$$NFO2 := 4000000$$

$$cbr1 := 2$$

$$cbr2 := 2$$

$$nbr1 := 1197.5$$

$$nbr2 := 239.50$$

$$t1 := 34560$$

$$t2 := 34560$$

Thông thường chọn Z[R].Z[V].K[XH]=1 ; Y[R].Y[S].K[XF]=1 :

> ZR:=1;Zv:=1;KxH:=1;YR:=1;YS:=1;KxF:=1;

$$ZR := 1$$

$$Zv := 1$$

$$KxH := 1$$

$$YR := 1$$

$$YS := 1$$

$$KxF := 1$$

N[HO]: số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở khi thử về tiếp xúc theo công thức (6.5),[4] tập 1:

> NHO1:=30*(HBbr1)^2.4;NHO2:=30*(HBbr2)^2.4;

$$NHO1 := .18752\ 10^8$$

$$NHO2 := .20530\ 10^8$$

N[HE] và N[FE]: số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương:theo công thức (6.8)-[4], tập 1:

```
>NHE1:=60*cbr1*nbr1*(1*t1+.8^3*t2);NFE1:=60*cbr1*nbr1*(1*t1+.8^
mF*t2);
NHE2:=60*cbr2*nbr2*(1*t1+.8^3*t2);NFE2:=60*cbr2*nbr2*(1*t1+.8^
mF*t2);
```

$$NHE1 := .75090\ 10^{10}$$

$$NFE1 := .62682\ 10^{10}$$

$$NHE2 := .15018\ 10^{10}$$

$$NFE2 := .12536\ 10^{10}$$

Kiểm tra điều kiện và thay gia trị(nếu cần):

```
> if NHE1>NHO1 then print("Do NHE1>NHO1 nen thay
NHE1=NHO1");NHE1:=NHO1; KKL1:=1 else print("Khong can") fi;
if NFE1>NFO1 then print("Do NFE1>NFO1 nen thay
NFE1=NFO1");NFE1:=NFO1; KFL1:=1 else print("Khong can") fi;
if NHE2>NHO2 then print("Do NHE2>NHO2 nen thay
NHE2=NHO2");NHE2:=NHO2; KKL2:=1 else print("Khong can") fi;
if NFE2>NFO2 then print("Do NFE2>NFO2 nen thay
NEE2=NFO2");NFE2:=NFO2; KFL2:=1 else print("Khong can") fi;
```

$$KFL2 := 1$$

Tính lại K[HL] và K[FL]: hệ số tuổi thọ:theo công thức (6.3), (6.4) [4], tập 1 :

```
>KHL1:=(NHO1/NHE1)^(1/mH);KFL1:=(NFO1/NFE1)^(1/mF);
KHL2:=(NHO2/NHE2)^(1/mH);KFL2:=(NFO2/NFE2)^(1/mF);
```

Vậy theo các công thức (6.1a) và (6.1b) [4], tập 1, các ứng suất cho phép tính như sau:

```
>sigmaHcp1:=sigmaHlim1*KHL1/sH;sigmaFcp1:=sigmaFlim1*KFC*K
FL1/sF;
sigmaHcp2:=sigmaHlim2*KHL2/sH;sigmaFcp2:=sigmaFlim2*KFC*KF
L2/sF;
```

$$sigmaHcp1 := 536.36$$

$$sigmaFcp1 := 187.20$$

$$sigmaHcp2 := 554.55$$

$$sigmaFcp2 := 194.40$$

Vậy ứng suất tiếp xúc cho phép là:

> sigmaHcp:=(sigmaHcp1+sigmaHcp2)/2;

$$sigmaHcp := 545.46$$

Theo công thức (6.13),[4]-tập 1, ứng suất tiếp xúc cho phép khi quá tải:

sigmaH1max:=2.8*sigmach1;sigmaH2max:=2.8*sigmach2;

$$sigmaH1max := 1820.0$$

$$sigmaH2max := 1960.0$$

Theo công thức (6.14)[4]-tập 1,ứng suất uốn cho phép khi quá tải :

sigmaF1max:=.8*sigmach1;sigmaF2max:=.8*sigmach2;

$$sigmaF1max := 520.0$$

$$sigmaF2max := 560.0$$

Tiêu chuẩn hoá tỷ số truyền để tra số răng tiêu chuẩn :

> if (ubr>=1)and(ubr<1.5)then ut:=1 fi;

if (ubr>=1.5)and(ubr<2.75)then ut:=2 fi;

if (ubr>=2.75)and(ubr<3.5)then ut:=3.15 fi;

if (ubr>=3.5)and(ubr<4.5)then ut:=4 fi;

if (ubr>=4.5)and(ubr<=6)then ut:=6 fi;

if (ubr>6)then ut:=6 fi;

$$ut := 6$$

K[R] : hệ số ảnh hưởng của vật liệu

Thủ tục tra hệ số K[d] :

> if BR=thang then Kd:=100

elif BR=nghieng then Kd:=87

elif BR=cungtron then Kd:=83.5 fi;

ZM:=274;KR:=.5*Kd;

K[be] :Hệ số chiều rộng vành răng :

```
> Kbe:=.25;Tyso:=Kbe*ubr/(2-Kbe);
```

$$Kd := 87$$

$$ZM := 274$$

$$KR := 43.5$$

$$Kbe := .25$$

$$Tyso := .71429$$

Thủ tục tra hệ số phân bố tải trọng không đều K[Hbeta] theo bảng (6.21),[4], tập 1:

```
> if sodo=1 then
  if loaiO=bi then
  if (BR=thang)or(BR=nghieng) then
  KHbeta:=spline([.2,.4,.6,.8],[1.16,1.37,1.58,1.8],Tyso,linear);
  KFbeta:=spline([.2,.4,.6],[1.25,1.55,1.92],Tyso,linear)
  fi;
  if BR=cungtron then
KHbeta:=spline([.2,.4,.6,.8],[1.08,1.18,1.29,1.4],Tyso,linear);
  KFbeta:=spline([.2,.4,.6],[1.13,1.27,1.45],Tyso,linear)
  fi ;
  fi;
  if loaiO=dua then
  if (BR=thang)or(BR=nghieng) then
  KHbeta:=spline([.2,.4,.6,.8],[1.08,1.2,1.32,1.44],Tyso,linear);
  KFbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.15,1.3,1.48,1.67,1.9],Tyso,linear)
  fi;
  if BR=cungtron then
KHbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.04,1.1,1.15,1.22,1.28],Tyso,linear);
  KFbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.07,1.15,1.24,1.34,1.43],Tyso,linear)
  fi;
```

```
fi
fi;
if sodo=2 then
if (BR=thang)or(BR=nghieng) then
KHbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.03,1.07,1.12,1.18,1.24],Tyso,linear);
KFbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.04,1.1,1.18,1.26,1.35],Tyso,linear)
fi;
if BR=cungtron then
KHbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.02,1.03,1.05,1.08,1.12],Tyso,linear);
KFbeta:=spline([.2,.4,.6,.8,1],[1.02,1.05,1.08,1.12,1.17],Tyso,linear)
fi;
fi;
```

Xác định chiều dài côn ngoài sơ bộ - R[esb] và đường kính chia ngoài - d[e1] công thức(6.52),[4], tập 1:

```
>REsb:=evalf(KR*sqrt(ubr^2+1)*(Tbr1*KHbeta/((1-
Kbe)*Kbe*ubr*sigmaHcp^2))^(1/3));
de1:=evalf(2*REsb/sqrt(ubr^2+1));
```

$$REsb := 117.81\, KHbeta^{(1/3)}$$

$$de1 := 46.208\, KHbeta^{(1/3)}$$

Thủ tục tra số răng tiêu chuẩn bảng(6.22) ,[4], tập 1:

```
> if BR=thang then
z1[1]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[24,24,25,25,26,27,30],de1,linear):
z1[2]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[20,20,21,21,22,24,28],de1,lin
ear):
z1[3.15]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[18,18,19,19,20,22,27],de1,
linear):
z1[4]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[16,16,17,17,18,21,24],de1,lin
ear):
```

```
z1[6]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[15,15,16,16,17,18,22],de1,lin
ear) fi:
if (BR=nghieng)or(BR=cungtron) then
z1[1]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[21,21,22,23,24,26,29],de1,linear):
z1[2]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[16,16,17,17,18,20,24],de1,lin
ear):
z1[3.15]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[12,13,14,15,16,18,22],de1,
linear);
z1[4]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[11,12,13,13,14,17,20],de1,lin
ear):
z1[6]:=spline([40,60,80,100,125,160,200],[9,10,10,11,12,14,18],de1,linea
r) fi:
Z1:=z1[ut];
```

$$Z1 := z1_6$$

Tính sơ bộ đường kính trung bình và môdul trung bình theo các công thức (6.54)-(6.55)-(6.56),[4], tập 1:

```
> dm1sb:=evalf((1-
.5*Kbe)*de1,3);mtmsb:=evalf(dm1sb/Z1,2);mtesb:=evalf(mtmsb/(1-
.5*Kbe),2);
```

$$dm1sb := 40.4\, KHbeta^{(1/3)}$$

$$mtmsb := 40.\ \frac{KHbeta^{(1/3)}}{z1_6}$$

$$mtesb := 45.\ \frac{KHbeta^{(1/3)}}{z1_6}$$

Thủ tục xác định môdun tiêu chuẩn :

```
> Mdtc:=[1.25,1.5,2,2.5,3,4,5,6,8,10,12];
for i from 1 by 1 to 10 do
if (mtesb=Mdtc[i]) then mte:=Mdtc[i] fi;
```

```
if (mtesb>Mdtc[i])and(mtesb<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then mte:=Mdtc[i]
fi;
if (mtesb>=(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2)and(mtesb<Mdtc[i+1]) then
mte:=Mdtc[i+1] fi od;mte:=mte;mtm:=mte*(1-
.5*Kbe):mnm:=evalf(mtm*cos(beta*Pi/180)):
for i from 1 by 1 to 10 do
if (mtm=Mdtc[i]) then mtm:=Mdtc[i] fi;
if (mtm>Mdtc[i])and(mtm<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then mtm:=Mdtc[i]
fi;
if (mtm>=(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2)and(mtm<Mdtc[i+1]) then
mtm:=Mdtc[i+1] fi od;
for i from 1 by 1 to 10 do
if (mnm=Mdtc[i]) then mnm:=Mdtc[i] fi;
if (mnm>Mdtc[i])and(mnm<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then mnm:=Mdtc[i]
fi;
if (mnm>=(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2)and(mnm<Mdtc[i+1]) then
mnm:=Mdtc[i+1] fi od;mtm:=mtm;mnm:=mnm;
z1:=round(dm1sb/mtm);z2:=ubr*z1;
```

$$Mdtc := [1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12]$$

$$mte := mte$$

$$mtm := .875\, mte$$

$$mnm := .75775\, mte$$

$$z1 := \mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)$$

$$z2 := 5\, \mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)$$

Tính góc côn chia :

```
>delta1:=evalf(arctan(z2/z1));delta2:=evalf(Pi/2-delta1);
```

$$\delta 1 := 1.3734$$

$$\delta 2 := .1974$$

Thủ tục tra hệ số dịch chỉnh bảng (6.20), [4], tập 1:

```
>X1[1]:=spline([16,18,20,25,30,40],[.1,.09,.08,.07,.06,.05],z1,linear):
X1[2]:=spline([13,14,15,16,18,20,25,30,40],[.44,.42,.4,.38,.36,.34,.29,.25
,.2],z1,linear):
X1[3.15]:=spline([12,13,14,15,16,18,20,25,30,40],[.53,.52,.5,.48,.46,.43,.
4,.36,.31,.24],z1,linear):
X1[4]:=spline([12,13,14,15,16,18,20,25,30,40],[.56,.54,.52,.5,.48,.45,.42,
.38,.33,.26],z1,linear):
X1[6]:=spline([12,13,14,15,16,18,20,25,30,40],[.58,.56,.54,.52,.5,.47,.44,
.4,.35,.28],z1,linear):
x11:=X1[ut];
```

$$x11 := X1_6$$

Xác định lại các hệ số dich chỉnh sao cho thỏa mãn điều kiện (-0,5<= x <= 0,5) để tra bảng (6.18),[4],tập 1, xác định hệ số dạng răng:

```
> x:=[-.5,-.3,-.1,0,.1,.3,.5]:
if x11>=x[7]then x1:=x[7] elif x11<=x[1] then x1:=x[1]fi;
for i from 1 by 1 to 6 do
if (x11=x[i]) then x1:=x[i] fi;
if (x11>x[i])and(x11<(x[i]+x[i+1])/2) then x1:=x[i] fi;
if (x11>=(x[i]+x[i+1])/2)and(x11<x[i+1]) then x1:=x[i+1] fi od;x2:=-x1;
```

$$x2 := -x1$$

Tính lại đường kính chia ngoài và chiều dài nón ngoài

```
>dm1:=z1*mtm;RE:=evalf(.5*mte*sqrt(z1^2+z2^2));
```

$$dm1 := .875\ \mathrm{round}\left(46.171\ \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte$$

$$RE := 2.5495\ mte\ \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\ \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

Kiểm nghiệm răng về độ bền tiếp xúc:

Hệ số kể đến hình dạng bề mặt tiếp xúc bảng (6.12)- Trang106-[4], tập 1:

> hs:=(x1+x2)/(z1+z2):

ZH[0]:=spline([-.015,-.01,-.005,0,.005,.01,.02,.03,.05,.08],[2.14,1.93,1.83,1.76,1.71,1.68,1.62,1.58,1.52,1.48],hs,linear):

ZH[30]:=spline([-.02,-.015,-.01,-.005,0,.005,.01,.02,.03,.05,.08],[1.81,1.7,1.65,1.6,1.56,1.54,1.52,1.48,1.45,1.42,1.38],hs,linear):

ZH[35]:=spline([-.02,-.015,-.01,-.005,0,.005,.01,.02,.03,.05,.08],[1.66,1.6,1.56,1.53,1.5,1.48,1.46,1.42,1.4,1.37,1.35],hs,linear):

zH:=ZH[beta];

$$zH := ZH_{30}$$

Hệ số trùng khớp ngang, theo công thức (6.38b)[4]-tập 1:

> epsilonalpha:=evalf((1.88-3.2*(1/z1+1/z2))*cos(beta*Pi/180));

$$epsilonalpha := 1.6281 - \frac{3.3254}{\mathrm{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}$$

Hệ số kể đến sự trùng khớp của răng :

> if BR=thang then

Zepsilon:=sqrt((4-epsilonalpha)/3) else Zepsilon:=sqrt(1/epsilonalpha)fi;

$$Zepsilon := \sqrt{\frac{1}{1.6281 - \frac{3.3254}{\mathrm{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}}$$

Vận tốc vòng (m/s), theo công thức (6.40)-[4]- tập 1 :

> v1:=evalf(dm1*nbr1*Pi/(60000));

if BR=thang then

if v1<=1.5 then ccx:=9 fi;

if(v1<=4)and(v1>1.5)then ccx:=8 fi;

if (v1<=8)and(v1>4)then ccx:=7 fi;

if (v1<=12)and(v1>8)then ccx:=6 fi;fi;

if (BR=nghieng)or(BR=cungtron) then

if v1<=3 then ccx:=9 fi;

if(v1<=7)and(v1>3)then ccx:=8 fi;

if (v1<=10)and(v1>7)then ccx:=7 fi;

if (v1<=20)and(v1>10)then ccx:=6 fi;fi;

$$v1 := .054862\,\mathrm{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte$$

Thủ tục tra hệ số phân bố tải trọng không đều bảng(6.14), [4], tập 1:

>KHalpha[6]:=spline([2.5,5,10,15,20,25],[1.01,1.02,1.03,1.04,1.05,1.06], v1,linear):

KFalpha[6]:=spline([2.5,5,10,15,20,25],[1.05,1.07,1.1,1.13,1.17,1.2],v1,linear):

KHalpha[7]:=spline([2.5,5,10,15,20],[1.03,1.05,1.07,1.09,1.12],v1,linear:

KFalpha[7]:=spline([2.5,5,10,15,20],[1.12,1.16,1.22,1.25,1.35],v1,linear):

KHalpha[8]:=spline([2.5,5,10,15],[1.05,1.09,1.13,1.17],v1,linear):

KFalpha[8]:=spline([2.5,5,10,15],[1.22,1.27,1.37,1.45],v1,linear):

KHalpha[9]:=spline([2.5,5],[1.13,1.16],v1,linear):

KFalpha[9]:=spline([2.5,5],[1.37,1.40],v1,linear):

Hệ số phân bố tải trọng không đều :

>KHalpha:=KHalpha[ccx];KFalpha:=KFalpha[ccx];

K[Hv]- hệ số kể đến tải trọng động xuất hiện trong vùng ăn khớp,tra bảng (6.15), [4], tập 1 để xác định hệ số ảnh hưởng của sai số ăn khớp :

> if BR=thang then deltaH:=0.014;deltaF:=0.016 fi;

if (BR=nghieng)or(BR=cungtron) then deltaH:=0.004;deltaF:=0.006 fi;

```
if mte<=3.55 then g0[6]:=38;g0[7]:=47;g0[8]:=56;g0[9]:=73 fi:
if (mte>3.55)and(mte<=10) then
g0[6]:=42;g0[7]:=53;g0[8]:=61;g0[9]:=82 fi:
if (mte>10) then g0[6]:=48;g0[7]:=64;g0[8]:=73;g0[9]:=100 fi:
go:=g0[ccx];vH:=evalf(deltaH*go*v1*sqrt(dm1*(ubr+1)/ubr));b:=Kbe*R
E;
KHv:=1+vH*b*dm1/(2*Tbr1*KHbeta*KHalpha);
```

$$deltaH := .004$$

$$deltaF := .006$$

$$go := g0_{ccx}$$

$$vH := .00022487\, g0_{ccx}\, \mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte}$$

$$b := .63738\, mte \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

$$KHv := 1 + .15005\, 10^{-8}\, g0_{ccx}\, \mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte} \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2} / (KHbetaKHalpha)$$

Theo công thức (6.33), [4]-tập 1 ứng suất tiếp xúc xuất hiện trên mặt răng:

```
KH:=KHbeta*KHalpha*KHv;
sigmaH:=evalf(ZM*zH*Zepsilon*sqrt(2*Tbr1*KH*sqrt(ubr^2+1)/(.85*b
*ubr*dm1^2)));
if abs ((sigmaH-sigmaHcp)/sigmaH) >.04 then b:=b* ((sigmaH/
sigmaHcp)^2);
sigmaH:=evalf(ZM*zH*Zepsilon*sqrt(2*Tbr1*KH*sqrt(ubr^2+1)/(.85*b
*ubr*dm1^2)))fi;
```

$$KH := KHbetaKHalpha\left(1 + .15005\,10^{-8}\, g0_{ccx}\, \mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte}\, \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2} / (KHbeta\, KHalpha)\right)$$

$$sigma_{H} := 12420\, ZH_{30.}\, \sqrt{\frac{1}{1.628\frac{3.325}{\mathrm{round}\left(46.17\frac{KHbeta_{1}^{(1/3)}}{a_{1}\, mte}\right)^{4}}}}\, \mathrm{sqrt}\left(KHbeta\right.$$

$$KHalpha\left(1. + .15005\, 10^{-8}\, g0_{ccx}\, \mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte}\, \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2} / (KHbetaKHalpha)\right) \Big/ \left(mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 \mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}\right)\right)$$

Kiểm tra độ bền tiếp xúc:

> if sigmaH<sigmaHcp then print("ung suat tiep xuc thoa man dieu kien ben tiep xuc") else print("ung suat tiep xuc khong thoa man dieu kien ben tiep xuc") fi;

Kiểm nghiệm răng về độ bền uốn:

Kiểm tra độ bền uốn để đảm bảo độ bền uốn cho răng, ứng suất uốn sinh ra tại chân răng không được vượt quá một giá trị cho phép, theo các công thức (6.43) và (6.44) [4]-tập 1:

Y[epsilon]- hệ số kể đến sự trùng khớp của răng:

Y[beta]-Hệ số kể đến độ nghiêng của răng:

> Yepsilon:=1/epsilonalpha;Ybeta:=evalf(1-beta/140);

$$Yepsilon := \frac{1}{1.6281 - \frac{3.3254}{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}$$

$$Ybeta := .78571$$

Y[F1] và Y[F2]-Hệ số dạng răng, tra bảng 6.18 [4]-tập 1.

Các số răng tương đương là:

>zv1:=evalf(z1/(cos(beta*Pi/180))^3);zv2:=evalf(z2/(cos(beta*Pi/180))^3
);

$$zv1 := 1.5396\,\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)$$

$$zv2 := 7.6977\,\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)$$

Thủ tục lựa chọn hệ số dạng răng Y[F]:

>YF[0.5]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.46,3.42,3
.4,3.4,3.39,3.39,3.39,3.4,3.42,3.44,3.47,3.5,3.52],zv1,linear):

YF[0.3]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.89,3.78,3.
72,3.67,3.61,3.59,3.57,3.54,3.53,3.52,3.53,3.54,3.55],zv1,linear):

YF[0.1]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[4.03,3.89,3.82,3.77,3.
7,3.63,3.6,3.59,3.58,3.58],zv1,linear):

YF[0]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.26,4.08,4,3.9,3.8,
3.7,3.65,3.62,3.61,3.6,3.6],zv1,linear):

YF[-
0.1]:=spline([20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.2,4.05,3.9,3.77,3.7,3.
67,3.62,3.61,3.63],zv1,linear):

YF[-
0.3]:=spline([25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.14,3.92,3.81,3.74,3.68,3.65,
3.63],zv1,linear):

YF[-0.5]:=spline([40,50,60,80,100,150],[4.13,3.96,3.84,3.73,3.68,3.63],zv1,linear):

YF[0.5]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.46,3.42,3.4,3.4,3.39,3.39,3.39,3.4,3.42,3.44,3.47,3.5,3.52],zv2,linear):

YF[0.3]:=spline([12,14,16,17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[3.89,3.78,3.72,3.67,3.61,3.59,3.57,3.54,3.53,3.52,3.53,3.54,3.55],zv2,linear):

YF[0.1]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100],[4.03,3.89,3.82,3.77,3.7,3.63,3.6,3.59,3.58,3.58],zv2,linear):

YF[0]:=spline([17,20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.26,4.08,4,3.9,3.8,3.7,3.65,3.62,3.61,3.6,3.6],zv2,linear):

YF[-0.1]:=spline([20,22,25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.2,4.05,3.9,3.77,3.7,3.67,3.62,3.61,3.63],zv2,linear):

YF[-0.3]:=spline([25,30,40,50,60,80,100,150],[4.28,4.14,3.92,3.81,3.74,3.68,3.65,3.63],zv2,linear):

YF[-0.5]:=spline([40,50,60,80,100,150],[4.13,3.96,3.84,3.73,3.68,3.63],zv2,linear):

> YF1:=YF[x1];YF2:=YF[x2];

$$YF1 := YF_{x1}$$

$$YF2 := YF_{-x1}$$

K[Fv]-Hệ số kể đến tải trọng động xuất hiện trong vùng ăn khớp khi tính về uốn, theo công thức (6.46) [4]-tập 1:

>vF:=evalf(deltaF*go*v1*sqrt(dm1*(ubr+1)/ubr));

>KFv:=evalf(1+vF*b*dm1/(2*Tbr1*KHbeta*KFalpha));

$$vF := .0003373 g0_{ccx} \mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte}$$

$$KFv := 1. + .22508\ 10^{-8}\ g0_{ccx}\ \mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3$$

$$\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte}\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}/(KFbetaKFalpha)$$

K[F]- hệ số tải trọng khi tính về uốn :

> KF:=KFbeta*KFalpha*KFv;

$$KF := KFbetaKFalpha\left(1. + .22508\,10^{-8}\,g0_{ccx}\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte}\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}/(KFbeta\,KFalpha)\right)$$

>sigmaF1:=2*Tbr1*KF*Yepsilon*Ybeta*YF1/(.85*b*dm1*mnm);

sigmaF2:=sigmaF1*YF2/YF1;

$$sigmaF1 := 182810\,KFbetaKFalpha\left(1. + .2250810^{-8}\,g0_{ccx}\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte}\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}/(KFbetaKFalpha)\right)YF_{x1} \Big/ \left(\left(1.6281 - \frac{3.3254}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}\right)mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)\right)$$

$$sigmaF2 := 182810\,KFbetaKFalpha\left(1. + .2250810^{-8}\,g0_{ccx}\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2\right.$$

$$mte^3\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte}\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}/($$

$$KFbetaKFalpha)\Bigg)YF_{-x1}\Bigg/\left(\left(1.6281-\frac{3.3254}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}\right)mte^3\right.$$

$$\left.\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)\right)$$

Kiểm tra các ứng suất uốn ở cả hai bánh răng đều nhỏ hơn ứng suất uốn cho phép :

if (sigmaF1-sigmaFcp1<0)and (sigmaF2-sigmaFcp2<0) then print("ung suat uon thoa man dieu kien ben uon") else print("ung suat uon khong thoa man dieu kien ben uon") fi;

Kiểm nghiệm quá tải :

Theo công thức (6.48)-[4], tập 1: ứng suất tiếp xúc cực đại:

> Kqt:=1.4;sigmaHmax:=sigmaH*(Kqt)^(1/2);

Theo công thức (6.49)-[4], tập 1: ứng suất uấn cực đại:

>sigmaFmax1:=evalf(sigmaF1*Kqt);sigmaFmax2:=evalf(sigmaF2*Kqt);

$$Kqt := 1.4$$

$$sigmaHma:=146950ZH_{30}\sqrt{\frac{1}{1.628-\frac{3.325}{\mathrm{roun}\left(46.17\frac{KHbet^{(1/3)}}{mte}\right)}}}\,\mathrm{sqr}\Big(KHbet$$

$$KHalpha\Big(1.+.1500510^{-8}g0_{ccx}\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2mte^3$$

$$\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte}\sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}/($$

$$KHbeta\,KHalpha\Big) \Big/ \Big($$

$$mte^3 \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 \text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}\Bigg)\Bigg)$$

$$sigmaFmax1 := 255930.\ KFbeta\,KFalpha\Bigg(1. + .22508\ 10^{-8}\ g0_{ccx}$$

$$\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte}$$

$$\sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 /(KFbeta\,KFalpha)}\Bigg) YF_{x1} \Big/ \Big($$

$$\left(1.6281 - \frac{3.3254}{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}\right) mte^3 \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

$$\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)\Bigg)$$

$$sigmaFmax2 := 255930.\ KFbeta\,KFalpha\Bigg(1. + .22508\ 10^{-8}\ g0_{ccx}$$

$$\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 mte^3 \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte}$$

$$\sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2 /(KFbeta\,KFalpha)}\Bigg) YF_{-x1} \Big/ \Big($$

$$\left(1.6281 - \frac{3.3254}{\mathrm{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}\right) mte^3 \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

$$\left.\mathrm{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)\right)$$

Kiểm tra các ứng suất tiếp xúc và uốn quá tải nhỏ hơn các ứng suất cho phép.

> if (sigmaHmax< min (sigmaH1max,sigmaH2max)) and (sigmaFmax1 <sigmaF1max)and (sigmaFmax2<sigmaF2max)then print("ung suat tiep xuc va ung suat uon qua tai thoa man dieu kien qua tai") else print("ung suat tiep xuc va ung suat uon qua tai khong thoa man dieu kien qua tai") fi;

Xác định các thông số hình học của bộ truyền theo bảng 6.11, [4], tập 1 :

> xn1:=evalf(2*(1-ubr^(-2))*sqrt(cos(beta*Pi/180)^3/z1)):

hte:=evalf(cos(beta*Pi/180)):

if BR=thang then print("CAC THONG SO HINH HOC CUA BO TRUYEN BANH RANG CON RANG THANG :") elif BR=nghieng then print("CAC THONG SO HINH HOC CUA BO TRUYEN BANH RANG CON RANG NGHIENG :") elif BR=cungtron then print ("CAC THONG SO HINH HOC CUA BO TRUYEN BANH RANG CON RANG CUNG TRON :")

fi;"Chieu dai con ngoai";RE:=RE;"Chieu rong vanh rang";b:=b;"Chieu dai con trung binh";Rm:=RE-.5*b;"Ty so truyen";ubr:=ubr;"So rang BR1";z1:=z1;"So rang BR2";z2:=z2;

"Duong kinh vong chia ngoai BR1";

de1:=evalf (mte*z1);"Duong kinh vong chia ngoai BR2"; de2:=evalf (mte*z2);

"Goc con chia";delta1:=delta1;delta2:=delta2;

"Chieu cao rang ngoai";he:=evalf(2*hte*mte+.2*mte);"Chieu cao dau rang ngoai BR1";hae1:=evalf((hte+cos(beta*Pi/180)*xn1)*mte);"Chieu cao dau rang ngoai BR2";hae2:=2*hte*mte-hae1;

"Chieu cao chan rang ngoai BR1"; hfe1:=he-hae1; "Chieu cao chan rang ngoai BR2"; hfe2:=he-hae2; "Duong kinh dinh rang ngoai BR1"; dae1:=de1+2*hae1*cos(delta1); "Duong kinh dinh rang ngoai BR2"; dae2:=de2+2*hae2*cos(delta2);

"Chieu day rang ngoai BR1"; Se1:=evalf((.5*Pi+2*xn1*tan(alpha*Pi/180) +x1)*mte);

"Chieu day rang ngoai BR2";Se2:=evalf(Pi*mte-Se1);

"Duong kinh trung binh BR1";dm1:=(1-.5*b/RE)*de1;"Duong kinh trung binh BR2";dm2:=(1-.5*b/RE)*de2;"Khoang cach tu dinh con den mat phang vong ngoai dinh rang BR1"; B1:=RE*cos(delta1)-hae1*sin(delta1); "Khoang cach tu dinh con den mat phang vong ngoai dinh rang BR2"; B2:=RE*cos(delta2)-hae2*sin(delta2); "Modul vong trung binh";mtm:=mtm;

"Modul phap trung binh"; mnm:=mnm; "Khoang lech tam"; e:=evalf(RE*sin(beta*Pi/180)); "Goc nghieng cua rang o mat mut"; betae:=evalf(arcsin(e/RE)); "Goc nghieng cua rang"; beta:=beta;"Goc an khop"; alpha:=alpha;

"He so dich chinh BR1";x1:=x1;"He so dich chinh BR2";x2:=x2;

"Cac thong so hinh hoc cua bo truyen banh rang con rang nghi eng:"

"Chieu dai con ngoai"

$$RE := 2.5495\, mte \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

"Chieu rong vanh rang

$$b := .63738\, mte \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

"Chieu dai con trung binh"

$$Rm := 2.2308\, mte \sqrt{\mathrm{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

"Ty so truyen

$$ubr := 5$$

"So rang BR1"

$$z1 := \text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)$$

"So rang BR2"

$$z2 := 5\ \text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)$$

"Duong kinh vong chia ngoai BR1

$$de1 := \text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte$$

"Duong kinh vong chia ngoai BR2

$$de2 := 5.\ \text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right) mte$$

"Goc con chia"

$$\delta 1 := 1.3734$$

$$\delta 2 := .1974$$

"Chieu cao rang ngoai

$$he := 1.9320\, mte$$

"Chieu cao dau rang ngoai BR1

$$hae1 := \left(.86600 + 1.3400\sqrt{\frac{1}{\text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right) mte$$

"Chieu cao dau rang ngoai BR2

$$hae2 := 1.7320\, mte - \left(.86600 + 1.3400\sqrt{\frac{1}{\text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right) mte$$

"Chieu cao chan rang ngoai BR1

$$hfe1 := 1.9320\, mte - \left(.86600 + 1.3400\sqrt{\frac{1}{\text{round}\left(46.171\,\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right) mte$$

"Chieu cao chan rang ngoai BR2

$$hfe2 := .2000\,mte + \left(.86600 + 1.3400\sqrt{\frac{1}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right)mte$$

"Duong kinh dinh rang ngoai BR1

$$dae1 := \mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte + .39224\left(.86600 + 1.3400\sqrt{\frac{1}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right)mte$$

"Duong kinh dinh rang ngoai BR2

$$dae2 := 5.\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte + 3.3968\,mte - 1.9612\left(.86600 + 1.3400\sqrt{\frac{1}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right)mte$$

"Chieu day rang ngoai BR1

$$Se1 := \left(1.5708 + 1.1263\sqrt{\frac{1}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}} + x1\right)mte$$

"Chieu day rang ngoai BR2

$$Se2 := 3.1416\,mte - 1.\left(1.5708 + 1.1263\sqrt{\frac{1}{\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}} + x1\right)mte$$

"Duong kinh trung binh BR1

$$dm1 := .87500\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte$$

"Duong kinh trung binh BR2

$$dm2 := 4.3750\,\mathrm{round}\left(46.171\frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)mte$$

"Khoang cach tu dinh con den mat phang vong ngoai dinh rang BR

$$B1 := .50001\, mte \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2} - .98058\left(.86600 + 1.3400 \sqrt{\frac{1}{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right) mte$$

"Khoang cach tu dinh con den mat phang vong ngoai dinh rang BR

$$B2 := 2.5000\, mte \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2} - .33968\, mte + .19612\left(.86600 + 1.3400 \sqrt{\frac{1}{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)}}\right) mte$$

"Modul vong trung binh

$mtm := .875\, mte$

"Modul phap trung binh"

$mnm := .75775\, mte$

"Khoang lech tam

$$e := 1.2748\, mte \sqrt{\text{round}\left(46.171 \frac{KHbeta^{(1/3)}}{mte}\right)^2}$$

"Goc nghieng cua rang o mat mut

$betae := .52362$

"Goc nghieng cua rang

$\beta := 30$

"Goc an khop"

$\alpha := 20$

"He so dich chinh BR1"

$x1 := x1$

"He so dich chinh BR2"

$x2 := -x1$

7.3 XÁC ĐỊNH CÁC LỰC TÁC DỤNG LÊN

Các bánh răng khi làm việc:

> if (BR=cungtron)or(BR=nghieng) then

Lực tiếp tuyến BR1:

> Ft1:=2*Tbr1/dm1;

Lực hướng kính BR1:

>Fr1:=evalf((Ft1/(cos(beta*Pi/180)))*(tan(alpha*Pi/180)*cos(delta1)-sin(beta*Pi/180)*sin(delta1)),4);

Lực chiều trục BR1:

>Fa1:=evalf((Ft1/(cos(beta*Pi/180)))*(tan(alpha*Pi/180)*cos(delta1)+sin(beta*Pi/180)*sin(delta1)),4);

Lực tiếp tuyến BR2:

> Ft2:=Ft1;

Lực hướng kính BR2:

> Fr2:=Fa1;

Lực chiều trục BR2 :

> Fa2:=Fr1 fi;

if BR=thang then

Lực tiếp tuyến BR1:

> Ft1:=2*Tbr1/dm1;

Lực hướng kính BR1:

>Fr1:=evalf((Ft1/(cos(beta*Pi/180)))*(tan(alpha*Pi/180)*cos(delta1)-sin(beta*Pi/180)*sin(delta1)),4);

Lực chiều trục BR1:

```
>Fa1:=evalf((Ft1/(cos(beta*Pi/180)))*(tan(alpha*Pi/180)*cos(delta1)+sin
(beta*Pi/180)*sin(delta1)),4);
```

Lực tiếp tuyến BR2:

```
> Ft2:=Ft1;
```

Lực hướng kính BR2:

```
> Fr2:=Fa1;
```

Lực chiều trục BR2 :

```
> Fa2:=Fr1 fi;
```

Các lực này sẽ được dùng để tính toán thiết kế trục đỡ các bánh răng và chọn ổ trục.

Kết thúc quá trình tự động hoá tính toán.

Chương 8

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN TRỤC VÍT-BÁNH VÍT

```
restart;
Digits:=5:
```

8.1 CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

```
> # Momen xoan trucvit:
  T1 := 49.47*1000:
# Momen xoan banhvit:
  T2 := 587.7*1000:
# Thoi gian lam viec cua bo truyen:
  t:=12*12*30*2*8:
# Ty so truyen cua bo truyen trucvit - banhvit:
  u:=15:
# Toc do quay cua trucvit:
  n1:=1003:
# Toc do quay cua banhvit:
  n2:=66.87:
# He so tinh chat phan bo tai trong cua chu trinh :
  kt:=1*.5+.8*.5:
```

Tính vận tốc trượt theo công thức 13.21 CTM tập [II]:

```
> vs1:=evalf(4.5*10^(-5)*n1*(T2)^(1/3),4);
```

$$vs1 := 3.780$$

8.2 CHỌN VẬT LIỆU

Ký hiệu một số loại vật liệu thường dùng:

1 = bp0F-10 - đúc bằng khuôn cát

2 = bp0f10-1-đúc bằng khuôn kim loại

3 = bp0IIF-đúc li tâm

4 = bpUC-6-3-3-đúc bằng khuôn cát

5 = bpUC-6-3-3-đúc bằng khuôn kim loại

6 = bpUC-5-5-5-đúc bằng khuôn kim loại

7 = bpAM9-4-đúc bằng khuôn cát

8 = bpAM9-4-đúc bằng khuôn kim loại

9 = bpAMH10-4-4 -đúc bằng khuôn kim loại hoặc đúc li tâm

10 = LMUC58-2-2-đúc bằng khuôn kim loại

11 = CY12-28-đúc bằng khuôn cát

12 = CY15-32-đúc bằng khuôn cát

13 = CY18-36-đúc bằng khuôn cát

Các hàm nội suy dùng trong thiết kế bộ truyền trục vít - bánhvít:

Các thông số cơ bản của vật liệu:

```
> ghbkeo:=[40,45,40,45,40,55,28,35,38,40]:
klrieng:=[8.5,8.2,8.65,8.5,8.4,8.4,8.8,8.54,8.4,8.5];
ghtle:=[20,20,17,17,20,20,8.5,10,30,15];
ghbxoan:=[20,18,16,12,12,13.5,7.5,12,4.1,8];
ghbuon:=[58,30,35,55,50,52,55,70,60,46];
ddphuy:=[10,11,12,10,8,7,9,6,4,4.5];
ghmoi:=0.5*ghbkeo+.4*ghbuon;
dgia:=[6.75,7,9,10,7.5,10,7.5,10,9,27.5];
ghbcn:=[200,260,290,160,190,240,400,500,600,340,120,150,180];
ghchay:=[120,150,170,90,95,100,200,140,280,320,360];
modulIE:=2.1e7;
```

klrieng := [8.5, 8.2, 8.65, 8.5, 8.4, 8.4, 8.8, 8.54, 8.4, 8.5]

ghtle := [20, 20, 17, 17, 20, 20, 8.5, 10, 30, 15]

$$ghbxoan := [20, 18, 16, 12, 12, 13.5, 7.5, 12, 4.1, 8]$$

$$ghbuon := [58, 30, 35, 55, 50, 52, 55, 70, 60, 46]$$

$$ddphuy := [10, 11, 12, 10, 8, 7, 9, 6, 4, 4.5]$$

$$ghmoi := [43.2, 34.5, 34.0, 44.5, 40.0, 48.3, 36.0, 45.5, 43.0, 38.4]$$

$$dgia := [6.75, 7, 9, 10, 7.5, 10, 7.5, 10, 9, 27.5]$$

$$ghben := [200, 260, 290, 160, 190, 240, 400, 500, 600, 340, 120, 150, 180]$$

$$ghchay := [120, 150, 170, 90, 95, 100, 200, 140, 280, 320, 360]$$

$$modullE := .21\ 10^{8}$$

Các hàm mục tiêu:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
Renhat[i]:=evalf(ghtle[i]/(klrieng[i]*dgia[i]));
Nnhat[i]:=evalf(ghtle[i]/klrieng[i]);
Dbmtnhat[i]:=evalf(ghmoi[i]/klrieng[i]);
Dbtutnhat[i]:=evalf(ghbuon[i]^(2/3)/klrieng[i]);
Dbtxtnhat[i]:=evalf(ghbxoan[i]^(2/3)/klrieng[i]);
Dcrtnhat[i]:=evalf(modullE/klrieng[i]);
Dvdrtnhat[i]:=evalf(ghtle[i]^2/(modullE*klrieng[i]));
Knltvntnhat[i]:=evalf(ddphuy[i]/dgia[i]);
od:
```

Thủ tục tối ưu hoá:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
```

```
M[1,i]:=Renhat[i];M[2,i]:=Nnhat[i];M[3,i]:=Dbmtnhat[i];M[4,i]:=Dbtutn
hat[i];M[5,i]:=Dbtxtnhat[i];M[6,i]:=Dcrtnhat[i];M[7,i]:=Dvdrtnhat[i];M[8,i]:=
Knltvntnhat[i];od:

M:=matrix(8,10,[seq(M[1,i],i=1..10),seq(M[2,i],i=1..10),seq(M[3,i],i=1..
10),seq(M[4,i],i=1..10),seq(M[5,i],i=1..10),seq(M[6,i],i=1..10),seq(M[7,i],i=1
..10),seq(M[8,i],i=1..10)]);

for i from 1 by 1 to 8 do

Jmax[i]:=1:

for j from 2 by 1 to 10 do

if M[i,Jmax[i]]<=M[i,j] then Jmax[i]:=j fi;

od;od:

K:=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]:dem:=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]:

for i from 1 by 1 to 10 do

for j from 1 by 1 to 10 do

if Jmax[i]=K[j] then dem[j]:=dem[j]+1 fi od od:

nho := 1:m:=dem[1]:

for i from 1 by 1 to 10 do if(m<=dem[i]) then m:=dem[i];nho:=i fi od:
```

$M :=$

[.34858, .34843, .21837, .20000, .31747, .23810, .12879, .11710, .39682, .064171]

[2.3529, 2.4390, 1.9653, 2.0000, 2.3810, 2.3810, .96591, 1.1710, 3.5714, 1.7647]

[5.082, 4.207, 3.930, 5.235, 4.761, 5.750, 4.090, 5.327, 5.119, 4.517]

[1.762, 1.177, 1.237, 1.701, 1.615, 1.658, 1.643, 1.988, 1.824, 1.510]

[.8668,.8375,.7340,.6166,.6240,.6749,.4354,.6137,.3049,

.47060]

[.24706 10^7, .25610 10^7, .24277 10^7, .24706 10^7, .25000 10^7, .25000 10^7, .23864 10^7, .24590 10^7, .25000 10^7, .24706 10^7]

[.22409 10^{-5}, .23229 10^{-5}, .15910 10^{-5}, .16191 10^{-5}, .22676 10^{-5}, .22676 10^{-5}, .3909710^{-6}, .5576010^{-6}, .5102010^{-5}, .1260510^{-5}]

[1.4815, 1.5714, 1.3333, 1., 1.0667, .70000, 1.2000, .60000, .44444, .16364]

> # Ham noi suy tinh he so dang rang:

YF:=spline([20,24,26,28,30,35,37,40,45,50,60,80,100,150,300],[1.98,1.88,1.85,1.80,1.76,1.64,1.61,1.55,1.48,1.45,1.40,1.34,1.30,1.27,1.24],Zv,linear):

> #Ham noi suy tinh he so bien dang theta:

theta:=spline([6.3,7.1,8,9,10,11.2,12.5,14,16,18,20],[36,45,57,71,86,102,125,152,190,230,276],q,linear):

> # Ham noi suy tinh goc ma sat phi:

phi:=spline([.01,.05,.10,.25,.50,1.0,1.5,2.0,2.5,3,4,5,8,10,15,24],[6.28,5.15,4.57,3.72,3.15,2.58,2.28,2.00,1.72,1.60,1.37,1.26,1.03,.96,.80,.75],vs,linear):

> # Ham noi suy tinh he so tai trong dong:

kHV:=spline([1.5,3,7.5],[1.1,1.2,1.3],vs,linear):

> Kcttc:=Vector([50,63,80,100,125,140,160,180,200,225,280,315,355,400,450,500]):

> Mdtc:=Vector([2,2.5,3.15,4,5,6.3,8,10,12.5,16,20]):

> Hsdk:=Vector([6.3,8,10,12.5,16,20,25]):

Nhập các thông số của vật liệu đã chọn:

Chọn vật liệu đã tối ưu:

> sigma[b]:=ghben[nho];sigma[ch]:=ghchay[nho];

$$\sigma_{10} := 600$$

$$\sigma_{ch} := 280$$

Xác định ứng suất tiếp xúc cho phép và ứng suất uốn cho phép:

> sigma[Ho]:=.8*sigma[b]:

```
N[HE]:=evalf(60*(n2)*t(1^4*.5+(.8)^4*.5),3):
if((N[HE]-25*10^7)>0) then N[HE]:=25*10^7,print("phai thay gia tri cua NHE = 250000000")else print("khong can phai thay gia tri cua NHE ") fi;
KHL:=evalf((10^6/N[HE])^(1/8),3):
sigma[Hchophep]:=sigma[Ho]*KHL;
N[FE]:=evalf(60*(n2)*t(1^9*.5+(.8)^9*.5),3):
if((N[FE]-25*10^7)>0) then N[FE]:=25*10^7,print("phai thay gia tri cua NFE = 250000000")else print("khong can phai thay gia tri cua NFE ") fi;
KFL:=evalf((10^6/N[FE])^(1/9),3):
sigma[Fo]:=.25*sigma[b]+.08*sigma[ch]:
sigma[Hchophep]:=sigma[Hchophep];
sigma[Fchophep]:=sigma[Fo]*KFL;
sigma[Hmaxchophep]:=2*sigma[ch];
sigma[Fmaxchophep]:=.8*sigma[ch];
```

"phai thay gia tri cua NHE = 250000000

$$N_{HE} := 250000000$$

$$\sigma_{Hchophep} := 240.00$$

"phai thay gia tri cua NFE = 250000000"

$$N_{FE} := 250000000$$

$$\sigma_{Hchophep} := 240.00$$

$$\sigma_{Fchophep} := 93.096$$

$$\sigma_{Hmaxchophep} := 560$$

$$\sigma_{Fmaxchophep} := 224.0$$

8.3 TÍNH TOÁN CÁC THỐNG SỐ HÌNH HỌC

Tính hệ số đường kính q:

```
> z1:=2:
z2:=u*z1:
```

KH:=1.2:

q1:=.3*z2:

Thu tuc lua chon he so duong kinh:

for i from 1 by 1 to 6 do

if (q1=Hsdk[i]) then q:=Hesodk[i] fi; if(q1>Hsdk[i]) and (q1<(Hsdk[i] + Hsdk[i+1])/2) then q:=Hsdk[i] fi;

if(q1<=Hsdk[i+1])and(q1>=(Hsdk[i]+Hsdk[i+1])/2) then q:=Hsdk[i] fi od;

Xác định khoảng cách trục tiêu chuẩn:

>Heso1:=170/(z2*sigma[Hchophep]);Heso2:=T2*KH/q;Heso3:=z2+q;a[wsb1]:=evalf(((Heso1)^2*Heso2)^(1/3)*Heso3,4);msb:=evalf((2*a[wsb1])/Heso3,3);

#Thu tuc chon mo dul tieu chuan:

for i from 1 by 1 to 10 do

if (msb=Mdtc[i]) then m:=Mdtc[i] fi;

if (msb>Mdtc[i])and(msb<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then m:=Mdtc[i] fi;

if (msb>=(Mdtc[i] + Mdtc[i+1])/2) and (msb<Kcttc[i+1]) then m:=Mdtc[i+1] fi od;a[wsb2]:=m*Heso3/2;

> # Thu tuc lua chon khoang cach truc tieu chuan:

for i from 1 by 1 to 15 do

if (a[wsb2]=Kcttc[i]) then a[w]:=Kcttc[i] fi;

if (a[wsb2] > Kcttc[i])and(a[wsb2] < (Kcttc[i] + Kcttc[i+1])/2) then a[w]:= Kcttc[i] fi;

if (a[wsb2]> = (Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2) and (a[wsb2]<Kcttc[i+1]) then a[w]:=Kcttc[i+1] fi od;a[w]:=a[w];

$$Heso1 := .023611$$

$$Heso2 := 88155.$$

$$Heso3 := 38$$

$$a_{wsb1} := 139.2$$

$$msb := 7.32$$

$$a_{wsb2} := 152$$

$$a_w := 160$$

Tính lại vận tốc trượt và hiệu suất thực tế:

```
> vs:=evalf(m*n1*sqrt(z1^2+q^2)/19100,3);
```

$$vs := 3.46$$

```
> phi:=phi(vs);
gamma1:=evalf(arctan(z1/q));etatt:=evalf(.95*tan(gamma1)/tan(gamma1
+phi*Pi/180),5);
```

$$\phi := 1.4942$$

$$\gamma 1 := .24498$$

$$etatt := .85462$$

Kiểm tra độ bền tiếp xúc và độ bền uốn :

```
> k[HV]:=kHV(vs);
sigma[H]:=(170/z2)*sqrt((Heso3/a[w])^3*Heso2);
d[2]:=z2*m;mn:=m*cos(gamma1);
if (sigma[H]<sigma[Hchophep]) then True else print("Chon lai vat lieu")
fi;
theta:=theta(q);
KHbeta:=1+(z2/theta)^3*(1-kt);KHbeta:=1+(z2/theta)^3*(1-
kt);d[a1]:=16*(q+2);b2min:=.75*d[a1];Zv:=z2/(cos(gamma1))^3;
YF:=YF(Zv);KF:=KHbeta*k[HV];b2:=b2min+2;sigma[F]:=1.4*T2*YF*
KF/(b2*d[2]*mn);
if (sigma[F]<sigma[Fchophep]) then True else False fi;
```

$$k_{HV} := 1.2102$$

$$\sigma_H := 194.74$$

$$d_2 := 240$$

$$mn := 7.7611$$

$$True$$

$$\theta := 56.994$$

$$KHbeta := 1.0146$$

$$KHbeta := 1.0146$$

$$d_{420.0} := 160$$

$$b2min := 120.00$$

$$Zv := 32.856$$

$$YF := 1.6915$$

$$KF := 1.2279$$

$$b2 := 122.00$$

$$\sigma_F := 7.5200$$

$$True$$

Hệ số dịch chỉnh:

```
> x:=evalf(a[w]/m-Heso3/2,3);
```

$$x := 1.$$

Kiểm nghiệm độ bền qúa tải:

```
>Kqt:=1.4;sigma[Hqt]:=sqrt(Kqt)*sigma[Hchophep];sigma[Fqt]:=sqrt(K
qt)*sigma[Fchophep];
if(sigma[Hqt]<sigma[Hmaxchophep])and(sigma[Fqt]<sigma[Fmaxchoph
ep]) then True else False fi;
```

$$Kqt := 1.4$$

$$\sigma_{Hqt} := 283.97$$

$$\sigma_{Fqt} := 110.15$$

$$True$$

Kiểm nghiệm độ bền qúa tải:

```
> print("CAC THONG SO CUA BO TRUYEN");print("khoang cach
truc");a[w]:=a[w];
print("he so duong kinh");q:=q;
```

```
print("Ty so truyen");u:=u;
print("He so dich chinh");x:=a[w]/m-.5*(q+z2);
print("So rang truc vit");z1:=z1;
print("So rang banh vit");z2:=z2;
print("goc vit");gamma1:=gamma1;
print("Duong kinh vong chia");d1:=q*m;d2:=m*z2;
print("Duong kinh vong dinh");d[a1]:=d1+2*m;d[a2]:=m*(z2+2+2*x);
print("Duong kinh vong day");d[f1]:=m*(q-2.4);d[f2]:=(z2-2.4+2*x)*m;
print("Goc om");delta:=evalf((arcsin(b2/(d[a2]-.5*m)))*180/Pi);
print("Chieu rong banh vit");b2:=b2;print("Chieu dai phan cat ren cua
truc vit");b1:=(10.5+z1)*m;print("Duong kinh ngoai cua banh vit");
d[aM2]:=d[a2]+1.5*m;
```

"CAC THONG SO CUA BO TRUYEN

"khoang cach truc

$a_w := 160$

"he so duong kinh"

$q := 8$

"Ty so truyen

$u := 15$

"He so dich chinh"

$x := 1.0$

"So rang truc vit

$z1 := 2$

"So rang banh vit

$z2 := 30$

"goc vit"

$\gamma 1 := .24498$

"Duong kinh vong chia

$$d1 := 64$$

$$d2 := 240$$

"Duong kinh vong dinh

$$d_{420.0} := 80$$

$$d_{a2} := 272.0$$

"Duong kinh vong day

$$d_{f1} := 44.8$$

$$d_{f2} := 236.8$$

"Goc om"

$$\delta := 27.079$$

"Chieu rong banh vit"

$$b2 := 122.00$$

"Chieu dai phan cat ren cua truc vit

$$b1 := 100.0$$

"Duong kinh ngoai cua banh vit

$$d_{aM2} := 284.0$$

8.4. XÁC ĐỊNH CÁC LỰC TÁC DỤNG LÊN TRỤC VÍT – BÁNH VÍT KHI LÀM VIỆC

Tính lực tác dụng lên bộ truyền :

> print ("Luc doc truc "); F[a1]: = 2*T2/d[2]; F[a2]: = evalf (F[a1]*tan(gamma1 + (phi)*Pi/180),3); print ("Luc tiep tuyen"); F[t2]:= F[a1]; F[t1]: = F[a2]; print ("Luc huong kinh "); F[r1]:= F[t2]* tan(20*3.14/180); F[r2]:=F[r1];

"Luc doc truc

$$F_{420.0} := 4897.6$$

$$F_{a2} := 1360.$$

"Luc tiep tuyen"

$$F_{t2} := 4897.6$$

$$F_{t1} := 1360.$$

"Luc huong kinh

$$F_{r1} := 1781.6$$

$$F_{r2} := 1781.6$$

8.5. TÍNH NHIỆT TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT

```
> To:=20;td:=90;beta1:=1/(.5*1+.5*.8);Kt:=13;psi:=.25;P[1] :=5.580;
A:=.5;td:=To+(1000*(1-eta(tt)))*P[1]/(Kt*A*(1+psi)*beta1);
```

$$To := 20$$

$$td := 90$$

$$\beta 1 := 1.1111$$

$$Kt := 13$$

$$\psi := .25$$

$$P_1 := 5.580$$

$$A := .5$$

$$td := 97.264$$

Chương 9

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN TRỤC

9.1. CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN CƠ BẢN

Bảng 9.1

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi các thông số	Đơn vị	Chú thích
1.	d	Đường kính trục	mm	
2.	d'	Đường kính trong của trục rỗng	mm	Với trục đặc d' = 0
3.	n	Tốc độ quay của trục	vòng/phút	
4.	$\mathcal{P}$	Công suất truyền cho trục	KW	
5.	T	Mômen xoắn trục	Nm, Nmm	
6.	M_u	Mômen uốn trục	Nm, Nmm	
7.	F_a	Lực tác dụng dọc trục	N	
8.	F_R	Lực tác dụng hướng tâm trục	N	
9.	R	Phản lực toàn phần ở các ổ trục	N	
10.	F_t , F_{tw}	Lực vòng	N	
11.	M_{ux}	Mômen uốn theo phương x	Nm, Nmm	
12.	M_{uy}	Mômen uốn theo phương y	Nm, Nmm	
13.	M_{td}	Mômen tương đương	Nm, Nmm	
14.	σ_{-1}	Giới hạn mỏi uốn dài hạn với chu trình ứng suất đối xứng	MPa, (N/mm²)	Với mẫu nhẵn đường kính d = 7÷10mm
15.	τ_{-1}	Giới hạn mỏi xoắn dài hạn với chu trình ứng suất đối xứng	MPa	-nt-
16.	σ_a	Biên độ ứng suất uốn	MPa	
17.	τ_a	Biên độ ứng suất xoắn	MPa	
18.	σ_m	Ứng suất uốn trung bình	MPa	
19.	τ_m	Ứng suất xoắn trung bình	MPa	
20.	σ_b , τ_b	Giới hạn bền tĩnh uốn, xoắn	MPa	

9.2.CÁC THÔNG SỐ TÍNH BỀN MỎI, ĐỘ VÕNG VÀ GÓC XOAY CỦA TRỤC

Bảng 9.2

N⁰	Ký hiệu	Tên gọi các thông số	Đơn vị	Chú thích
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	$K_{\sigma c}$, $K_{\tau c}$	Hệ số tập trung ứng suất thực tế	-	
2.	ψ_σ , ψ_τ	Hệ số xét đến ảnh hưởng của trị số trung bình của ứng suất đến sức bền mỏi uốn, mỏi xoắn	-	
3.	ε_σ , ε_τ	Hệ số ảnh hưởng của kích thước mặt cắt trục đến giới hạn mỏi	-	
4.	β	Hệ số kể đến tăng bền bề mặt trục	-	
5.	K_σ^n , K_τ^n	Hệ số kể đến chất lượng bề mặt trục (độ nhám)	-	
6.	K_σ , K_τ	Hệ số tập trung ứng suất do kết cấu	-	Rãnh then, ren, góc lượn...
7.	s_σ	Hệ số an toàn mỏi uốn	-	
8.	s_τ	Hệ số an toàn mỏi xoắn	-	
9.	s	Hệ số an toàn mỏi	-	
10.	[s]	Hệ số an toàn mỏi cho phép	-	
11.	σ_u	Ứng suất uốn	MPa	
12.	τ_x	Ứng suất xoắn	MPa	
13.	σ_{td}	Ứng suất tương đương	MPa	
14.	$[\sigma]$	Ứng suất cho phép	MPa	
15.	$[\tau_x]$	Ứng suất xoắn cho phép	MPa	
16.	$[\sigma_u]$	Ứng suất uốn cho phép	MPa	
17.	f	Độ võng trục	mm	Quy ước là "+" khi biến dạng theo chiều dương trục tọa độ
18.	[f]	Độ võng trục cho phép	mm	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
19.	θ	Góc xoay mặt cắt trục	Rad	Khi xoay theo chiều kim đồng hồ lấy dấu "+" và ngược lại
20.	[θ]	Góc xoay mặt cắt trục cho phép	Rad	
21.	E	Môđun đàn hồi của vật liệu trục	MPa	Với thép: E = (21÷22).10^4 MPa
22.	J	Mômen quán tính mặt cắt trục	mm^4	Với mặt cắt tròn: $J = \pi d^4/64$

9.3. CÁC CÔNG THỨC TÍNH TOÁN CHỦ YẾU

- Điều kiện bền xoắn của trục:

$$\tau_x = \frac{T}{0,2d^3} \leq [\tau_x] \tag{9.1}$$

- Tính đường kính trục theo mô men xoắn:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau_x]}} \tag{9.2}$$

- Điều kiện bền uốn của trục:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{0,1d^3} \leq [\sigma_u] \tag{9.3}$$

- *Tính đường kính trục theo sức bền uốn:*

$$zd \geq \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1[\sigma_u]}} \tag{9.4}$$

- Xác định mômen tương đương M_{td} :

• Khi bỏ qua sự khác nhau về tính chất chu trình ứng suất uốn và ứng suất xoắn, và theo thuyết bền thế năng biến dạng:

$$M_{td} = \sqrt{M_u^2 + 0,75T^2} \tag{9.5}$$

với

$$M_u = \sqrt{M_{ux}^2 + M_{uy}^2} \tag{9.5}$$

• Khi xét đến sự khác nhau về tính chất chu trình ứng suất uốn và ứng suất xoắn:

$$M_{td} = \sqrt{M_u^2 + (\alpha T)^2} \tag{9.6}$$

với

$$M_u = \sqrt{M_{ux}^2 + M_{uy}^2}$$

với mômen xoắn không đổi: $\alpha = \dfrac{[\sigma]_{III}}{[\sigma]_I}$

với mômen xoắn thay đổi mạch động: $\alpha = \dfrac{[\sigma]_{III}}{[\sigma]_{II}}$

với mômen thay đổi đối xứng: $\alpha = 1$; $\left(\alpha = \dfrac{[\sigma]_{III}}{[\sigma]_{III}}\right)$

Trị số $[\sigma]_I$, $[\sigma]_{II}$, $[\sigma]_{III}$ lấy theo bảng 9.4.

- Điều kiện bền tĩnh:

với trục đặc: $$\sigma_{td} = \frac{M_{td}}{0{,}1d^3} \le [\sigma] \tag{9.7}$$

với trục rỗng: $$\sigma_{td} = \frac{M_{td}}{0{,}1\left(1-\beta^4\right)d^3} \le [\sigma] \tag{9.8}$$

trong đó: $\beta = \dfrac{d'}{d}$

- Xác định đường kính trục:

• Khi bỏ qua sự khác nhau về tính chất chu trình ứng suất uốn và ứng suất xoắn:

với trục đặc: $$d \ge \sqrt[3]{\frac{M_{td}}{0{,}1[\sigma]}} \tag{9.9}$$

với trục rỗng: $$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{td}}{0{,}1\left(1-\beta^4\right)[\sigma]}} \quad (9.10)$$

trong đó: $\beta = \dfrac{d'}{d}$; $[\sigma]$ tra theo bảng 9-3.

• Khi có xét đến sự khác nhau về tính chất chu trình ứng suất uốn và ứng suất xoắn:

với trục đặc: $$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{td}}{0{,}1[\sigma]_{III}}} \quad (9.11)$$

với trục rỗng: $$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{td}}{0{,}1\left(1-\beta^4\right)[\sigma]_{III}}} \quad (9.12)$$

Trong đó: $\beta = \dfrac{d'}{d}$.

- Kiểm tra hệ số an toàn mỏi:

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \geq [s] \quad (9.13)$$

Trong đó:

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma c}\,\sigma_a + \psi_\sigma\,\sigma_m} \quad (9.14)$$

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau c}\,\tau_a + \psi_\tau\,\tau_m} \quad (9.15)$$

Trong đó:

• Khi không tăng bền bề mặt:

$$K_{\sigma_c} = \frac{K_\sigma + K_\sigma^n - 1}{\varepsilon_\sigma} \quad (9.16)$$

$$K_{\tau_c} = \frac{K_\tau + K_\tau^n - 1}{\varepsilon_\tau} \quad (9.17)$$

• Khi có tăng bền bề mặt:

$$K_{\sigma c} = \frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma \beta} \quad ; \quad K_{\tau c} = \frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau \beta} \ .$$

- Kiểm nghiệm trục khi quá tải đột ngột:

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_{uqt}^2 + 3\tau_{xqt}} \le [\sigma]_{qt} \approx 0{,}8\ \sigma_{ch} \qquad (9.18)$$

Trong đó: σ_{uqt} là ứng suất uốn lúc quá tải

τ_{xqt} là ứng suất xoắn lúc quá tải

$[\sigma]_{qt}$ là ứng suất cho phép lúc quá tải.

9.4. CÁC BẢNG SỐ LIỆU THƯỜNG DÙNG

Bảng 9-3. **Trị số ứng suất cho phép [σ]của một số loại thép dùng làm trục**

Nguyên nhân gây tập trung ứng suất	Đường kính trục (mm)	Loại thép, cách nhiệt luyện và cơ tính, MPa (N/mm²)			
		C35, CT51 $\sigma_b \ge 500$ $\sigma_{-1} \ge 220$	C45, CT61 $\sigma_b \ge 600$ $\sigma_{-1} \ge 260$	C45, tôi $\sigma_b \ge 850$ $\sigma_{-1} \ge 340$	40Cr, tôi $\sigma_b \ge 1000$ $\sigma_{-1} \ge 400$
		[σ] , MPa			
Lắp ép	30	58	63	67	70
	50	48	50	55	60
	100	45	48	50	55
Góc lượn	30	60	70	80	90
	50	55	65	75	80
	100	50	55	65	70

Bảng 9-4. **Trị số ứng suất cho phép $[\sigma]_I$, $[\sigma]_{II}$, $[\sigma]_{III}$**

Vật liệu	Giới hạn bền σ_b (*MPa*)	Ứng suất cho phép (*MPa*)		
		$[\sigma]_I$	$[\sigma]_{II}$	$[\sigma]_{III}$
Thép cacbon	400	130	70	40
	500	170	75	45
	600	200	95	55
Thép hợp kim	700	230	110	65
	800	270	130	75
	1000	330	150	90
Thép đúc	400	100	50	30
	500	120	70	40

Bảng 9-5. **Hệ số tập trung ứng suất Kσ và Kτ đối với trục tại nơi có bán kínhgóc lượn chuyển tiếp**

$\frac{h}{r}$	$\frac{r}{d}$	K_σ				K_τ			
		Khi σ_b, MPa				Khi σ_b, MPa			
		500	700	900	1200	500	700	900	1200
1	0,01	1,35	1,4	1,45	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3
	0,02	1,45	1,5	1,55	1,6	1,35	1,35	1,4	1,4
	0,03	1,65	1,7	1,8	1,9	1,4	1,45	1,45	1,5
	0,05	1,6	1,7	1,8	1,9	1,45	1,45	1,5	1,55
	0,1	1,45	1,55	1,65	1,8	1,4	1,4	1,45	1,5
2	0,01	1,55	1,6	1,65	1,7	1,4	1,4	1,45	1,45
	0,02	1,8	1,9	2	2,15	1,55	1,6	1,65	1,7
	0,03	1,8	1,95	2,05	2,25	1,55	1,6	1,65	1,7
	0,05	1,75	1,9	2	2,2	1,6	1,6	1,65	1,75
3	0,01	1,9	2,0	2,1	2,2	1,55	1,6	1,65	1,75
	0,02	1,95	2,1	2,2	2,4	1,6	1,7	1,75	1,85
	0,03	1,95	2,1	2,25	2,45	1,65	1,7	1,75	1,9
4	0,01	2,1	2,25	2,35	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6
	0,02	2,15	2,3	2,45	5,65	2,1	2,15	2,25	2,4

Bảng 9-6. **Hệ số tập trung ứng suất Kσ và Kτ đối với trục tại nơi có rãnh then**

σ_b, *MPa*	K_σ		K_τ
	Rãnh cắt bằng dao phay ngón	Rãnh cắt bằng dao phay hay đĩa	
500	1,6	1,4	1,4
700	1,9	1,55	1,7
900	2,15	1,7	2,05
1200	2,5	1,9	2,4

Bảng 9-7. **Hệ số tập trung ứng suất Kσ và Kτ đối với phần có then hoa và phần có cắt ren trên trục**

σ_b, *MPa*	K_σ		K_τ	
	Đối với then hoa	Đối với ren	Đối với then hoa chữ nhật	Đối với then hoa thân khai
500	1,45	1,8	2,25	1,45
700	1,6	2,2	2,45	1,5
900	1,7	2,45	2,65	1,55
1200	1,75	2,9	2,8	1,6

Bảng 9-8. **Các hệ số ảnh hưởng của chất lượng bề mặt** K_σ^n, K_τ^n **(b)**

Cấp độ nhám	Ký hiệu trên bản vẽ	σ_b, *MPa*			
		500	700	900	1200
3, 4, 5	R_z80; R_z40; R_z20	1,2	1,25	1,35	1,5
6, 7, 8	2,5; 1,25; 0,63	1,05	1,1	1,15	1,25
9, 10	0,32; 0,16	1	1	1	1

Bảng 9-9. **Hệ số kích thước ε_σ và ε_τ (kb, kt)**

Loại vật liệu	Đường kính trục *d* (*mm*)							
	15	20	30	40	50	70	100	200
ε_σ của thép cac bon	0,95	0,92	0,88	0,85	0,81	0,76	0,70	0,61
ε_σ của thép hợp kim và ε_τ của tất cả các loại thép	0,87	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59	0,52

Bảng 9-10. **Hệ số tăng bền bề mặt trục β**

Phương pháp tăng bền bề mặt	Giới hạn bền trong lõi σ_b, *MPa*	Trục nhẵn	Trục tập trung ứng suất ít $K_\sigma \approx 1,5$	Trục tập trung ứng suất nhiều $K_\sigma \approx 1,8 \div 2$
Tôi bằng dòng điện	600 ÷ 800	1,5 ÷ 1,7	1,6 ÷ 1,7	2,4 ÷ 2,8
tần số cao (1)	800 ÷ 1000	1,3 ÷ 1,5	-	-
Thấm ni tơ (2)	900 ÷ 1200	1,1 ÷ 1,25	1,5 ÷ 1,7	1,7 ÷ 2,1
Thấm than	400 ÷ 600	1,8 ÷ 2,0	3	-
	700 ÷ 800	1,4 ÷ 1,5	-	-
	1000 ÷ 1200	1,2 ÷ 1,3	2	-
Phun bi (3)	600 ÷ 1500	1,1 ÷ 1,25	1,5 ÷ 1,6	1,7 ÷ 2,1
Lăn nén	-	1,2 ÷ 1,3	1,5 ÷ 1,6	1,8 ÷ 2,0

<u>*Chú thích*</u> (1) *Đối với trục có đường kính lớn, β lấp thấp một ít.*

(2) *Trị số nhỏ dùng đối với trục có chiều dày lớp thấm ni tơ 0,01 d, trị số lớn dùng đối với trục có chiều dày lớp thấm ni tơ (0,03 ÷ 0,04) d*

(3) *Số liệu tìm được ở các mẫu thí nghiệm có đường kính 8 ÷ 40 mm. Trị số nhỏ dùng khi vận tốc phun (bi) nhỏ.*

Bảng 9-11. **Trị số $\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma}$ và $\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau}$ tại chỗ lắp chi tiết**

Đường kính trục, *mm*	Kiểu lắp	σ_b, *MPa*						
		500	600	700	800	900	1000	1200
$K_\sigma / \varepsilon_\sigma$								
30	I	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,25
	II	1,9	2,06	2,25	2,44	2,63	2,82	3,19
	III	1,6	1,79	1,95	2,11	2,28	2,44	2,76
50	I	3,05	3,36	3,66	3,96	4,28	4,60	5,20
	II	2,3	2,52	2,75	2,97	3,20	3,45	3,39
	III	2,0	2,18	2,38	2,57	2,78	3,0	3,40
≥ 100	I	3,3	3,6	3,94	4,25	4,60	4,90	5,6
	II	2,45	2,7	2,96	3,20	3,46	3,98	4,20
	III	2,15	2,34	2,56	2,76	3,0	3,18	3,64
$K_\tau / \varepsilon_\tau$								
30	I	1,9	2,05	2,20	2,35	2,50	2,65	2,95
	II	1,55	1,64	1,75	1,86	1,98	2,09	2,31
	III	1,4	1,47	1,57	1,67	1,77	1,86	2,06
50	I	2,25	2,52	2,60	2,78	3,07	3,26	3,62
	II	1,9	2,03	2,15	2,28	2,42	2,57	2,74
	III	1,6	1,71	1,83	1,95	2,07	2,20	2,42
≥ 100	I	2,4	2,56	2,76	2,95	3,16	3,34	3,76
	II	1,9	2,04	2,18	2,32	2,48	2,80	2,92
	III	1,7	1,83	1,94	2,06	2,20	2,31	2,58

Chú thích: 1. *Đối với lắp ghép ổ lăn trên trục có thể tra theo kiểu lắp I.*

2. *Các ký hiệu kiểu lắp:*

I - Kiểu lắp có độ dôi (ví dụ H7/s6, H7/r6);

II - Kiểu lắp trung gian, ví dụ H7/k6;

III - Kiểu lắp lỏng (H/h).

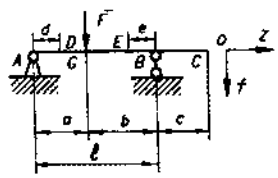
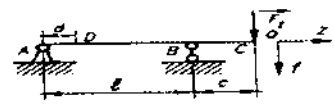
Bảng 9-12. **Cơ tính của một số vật liệu chế tạo trục**

Nhãn hiệu thép	Nhiệt luyện	Kích thước *S*, *mm*, không lớn hơn	Độ rắn	Giới hạn bền σ_b, *MPa*	Giới hạn chảy σ_{ch}, *MPa*
C40	tôi cải thiện	60	HB 192 ÷ 228	700	400
C45	thường hóa	80	HB 170 ÷ 217	600	360
"	tôi cải thiện	100	HB 192 ÷ 240	750	450
"	"	60	HB 241 ÷ 285	850	580
C50	thường hóa	80	HB 179 ÷ 228	640	.350
"	tôi cải thiện	80	HB 228 ÷ 255	700 .. 800	530
40Cr	tôi cải thiện	100	HB 230 ÷ 260	850	550
"	"	60	HB 260 ÷ 280	950	700
"	thấm ni tơ	60	HRC 50 ÷ 59	1000	800
45Cr	tôi cải thiện	100	HB 230 ÷ 280	850	650
"	"	100 .. 300	HB 163 ÷ 269	750	500
"	"	300 .. 500	HB 163 ÷ 269	700	450
40CrNi	tôi cải thiện	100	HB 230 ÷ 300	850	600
"	"	100 .. 300	HB ≥ 241	800	580
"	tôi	40	HRC 48 ÷ 54	1600	1400
40CrMo	tôi cải thiện	100	HB 241	900	800
"	"	50	HB 269	900	800
"	"	40	HRC 45 ÷ 53	1600	1400
20Cr	thấm cacbon	60	HRC 46 ÷ 53	650	400
12CrNi3N	"	60	HRC 56 ÷ 63	900	700
25CrMnTi	"	-	HRC 58 ÷ 63	1150	950

Bảng 9-13. **Công thức tính mômen cản uốn W_j và mômen cản xoắn W_{oj}**

Trục mặt cắt tròn	$W_j = \pi d_j^3/32 \approx 0{,}1\ d_j^3$	$W_{oj} = \pi d_j^3/16 \approx d_j^3$
Trục có lỗ ngang	$W_j = \dfrac{\pi d_j^3}{32}\left(1 - 1{,}54\dfrac{d_o}{d_j}\right)$ d_o - đường kính lỗ ngang	$W_{oj} = \dfrac{\pi d_j^3}{16}\left(1 - \dfrac{d_o}{d_j}\right)$ d_o - đường kính lỗ ngang
Trục có 1 rãnh then	$W_j = \dfrac{\pi d_j^3}{32} - \dfrac{bt_1(d_j - t_1)^2}{2d_j}$	$W_{oj} = \dfrac{\pi d_j^3}{16} - \dfrac{bt_1(d_j - t_1)^2}{2d_j}$
Trục có 2 rãnh then	$W_j = \dfrac{\pi d_j^3}{32} - \dfrac{bt_1(d_j - t_1)^2}{d_j}$	$W_{oj} = \dfrac{\pi d_j^3}{16} - \dfrac{bt_1(d_j - t_1)^2}{d_j}$
	trong đó b, t_1 – tra bảng hoặc theo d_j	
Trục then hoa răng chữ nhật	$W_j = \xi\pi d_j^3/32$	$W_{oj} = \xi\pi d_j^3/16$
	trong đó ξ = 1,125 đối với then hoa cỡ nhẹ, ξ = 1,205 đối với cỡ trung, ξ = 1,265 đối với cỡ nặng và d_j là đường kính trong.	
Trục then hoa răng thân khai	$W_j = \pi d_j^3/32$	$W_{oj} = \pi d_j/16$

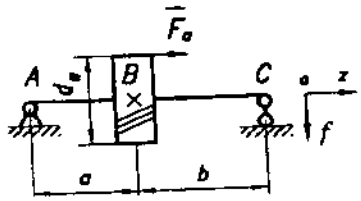
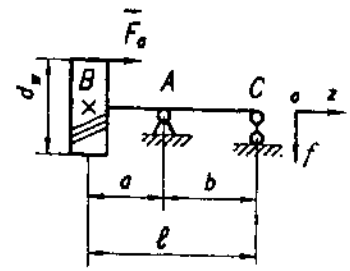
Bảng 9-14. **Công thức tính góc xoay θ và độ võng f**

Góc xoay θ và độ võng f		
θ_A	$Fab\,(l + b)/(6EJl)$	$-\,F_1\,cl/(6EJ)$
θ_B	$-\,Fab\,(l + a)/(6EJl)$	$F_1\,cl/(3EJ)$
θ_C	θ_B	$F_1\,c\,(2l + 3c)/(6EJ)$
θ_D	$Fb\,(l^2 - b^2 - 3d^2)/(6EJl)$	$F_1\,c\,(3d^2 - l^2)/(6EJl)$
θ_E	$-\,Fa\,(l^2 - a^2 - 3e^2)/(6EJl)$	-
θ_G	$Fab\,(b - a)/(3EJl)$	-
f_D	$Fbd\,(l^2 - b^2 - d^2)/(6EJl)$	$-\,F_1\,cd\,(l^2 - d^2)/(6EJl)$
f_E	$Fae\,(l^2 - a^2 - e^2)/(6EJl)$	-
f_G	$Fa^2b^2/(3EJl)$	-
f_C	$\theta_B\,c$	$F_1\,c^2\,(l + c)/(3EJ)$

Ghi chú: * *Độ võng lấy dấu "+" theo chiều "+" trục f*

* *Góc xoay lấy dấu "+" khi mặt cắt trục xoay theo chiều kim đồng hồ.*

Bảng 9-15. Công thức tính góc xoay θ và độ võng f của trục có hai gối tựa do lực ăn khớp dọc trục Fa gây ra

Đại lượng		
θ_A	$-\frac{F_a d}{12EJl}(2\ell - 6al + 3a^2)$	$\frac{F_a l d}{6EJ}$
θ_B	$-\frac{F_a d}{12EJl}(2\ell - 6al + 6a^2)$	$\frac{F_a d}{6EJ}(3a + l)$
θ_C	$-\frac{F_a d}{12EJl}(\ell - 3a^2)$	$-\frac{F_a d l}{12EJ}$
f_B	$\frac{F_a d a}{12EJl}(2\ell - 6al + 4a^2)$	$-\frac{F_a a d}{12EJ}(3a - 2l)$

Ghi chú: * *Quy ước độ võng lấy dấu "+" theo chiều "+" trục f*

* *Góc xoay mặt cắt trục lấy dấu "+" khi xoay theo chiều kim đồng hồ và ngược lại.*

Bảng 9-16. **Giá trị cho phép của độ võng trục f và góc xoay của mặt cắt trục θ**

Đại lượng	Mặt cắt nguy hiểm	Giá trị cho phép	Đơn vị	Ghi chú
[f]	Chỗ lắp bánh răng trụ	0,01 . *m*	*mm*	*m* là môđun ăn khớp
[f]	Chỗ lắp bánh răng côn	0,005 . *m*	*mm*	
[θ]	Chỗ lắp ổ trượt	0,001	*Rad*	
[θ]	Chỗ lắp ổ bi đỡ, ổ bi đỡ chặn	0,005	*Rad*	
[θ]	Chỗ lắp ổ bi đỡ lòng cầu	0,05	*Rad*	
[θ]	Chỗ lắp ổ đũa trụ	0,0025	*Rad*	
[θ]	Chỗ lắp ổ đũa côn	0,0016	*Rad*	
[f]	Trục vít	(0,005÷0,01) *m*	*mm*	*m* là mô đun ăn khớp

9.5 CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN TRỤC VÍT

9.5.1. Tự động hoá tính toán các phản lực và nội lực tại mặt cắt nguy hiểm của trục

```
> restart:Digits:=6: (bắt đầu chương trình)
> l11:=0:l12:=20:l13:=20:l14:=20:l15:=20:
l21:=25:l22:=0:l23:=25:l24:=25:l25:=25:
l31:=50:l32:=50:l33:=50:l34:=50:l35:=30:
l41:=20:l42:=20:l43:=20:l44:=20:l45:=20:
P11:=10:P12:=20:P13:=30:P14:=40:P15:=50:
P21:=15:P22:=30:P23:=45:P24:=60:P25:=75:
P31:=20:P32:=40:P33:=60:P34:=80:P35:=100:
M21:=25:M22:=50:M23:=75:M24:=100:M25:=125:
> l1:=Vector([l11,l12,l13,l14,l15]):
l2:=Vector([l21,l22,l23,l24,l25]):
l3:=Vector([l31,l32,l33,l34,l35]):
l4:=Vector([l41,l42,l43,l44,l45]):
P1:=Vector([P11,P12,P13,P14,P15]):
P2:=Vector([P21,P22,P23,P24,P25]):
P3:=Vector([P31,P32,P33,P34,P35]):
M2:=Vector([M21,M22,M23,M24,M25]):
> Tinhplgd:= proc(i)
global yA,yB:
local ya,yb,s:
    f1:=ya+yb-(P1[i]+P2[i]+P3[i]):
f2:=ya*(l3[i]-l1[i])-M2[i]+P3[i]*(l4[i]-l3[i])
    -P1[i]*l3[i]-P2[i]*(l3[i]-l2[i]-l1[i]):
    s:=fsolve({f1,f2},{ya,yb}):
    assign(s):
```

```
        yA[i]:=ya:
        yB[i]:=yb:
        end proc:
> Tinhmm:=proc(i)
global mA,mB,mC:
assign(%):
mA[i]:=P1[i]*l1[i]:
mB[i]:=P3[i]*(l4[i]-l3[i]):
mC[i]:=P1[i]*(l1[i]+l2[i])-yA[i]*l2[i]-M2[i]:
end proc:
> for i from 1 by 1 to 5 do
    Tinhplgd(i);Tinhmm(i):
        od:
> YA:= array(1..5):YB:= array(1..5):
MA:= array(1..5):MB:= array(1..5):MC:= array(1..5):
for i from 1 to 5 do
YA[i] := yA[i];YB[i]:=yB[i];MA[i]:=mA[i];MB[i]:=mB[i];MC[i]:=mC[i];
 end do:
print("Phan luc tai goi A :",YA);print("Phan luc tai goi B :",YB); print(" Momen tai mat cat A :",MA); print("Momen tai mat cat B:",MB); print(" Momen tai mat cat C :",MC);
 " Phan luc tai goi A :", [30, 105, 120, 160, 150]
 " Phan luc tai goi B :", [15, -15, 15, 20, 75]
 " Momen tai mat cat A :", [0, 400, 600, 800, 1000]
 " Momen tai mat cat B:", [-600, -1200, -1800, -2400, -1000]
 "  Momen tai mat cat C :", [-525, 350, -1725, -2300, -1625]
> with(plots):
```

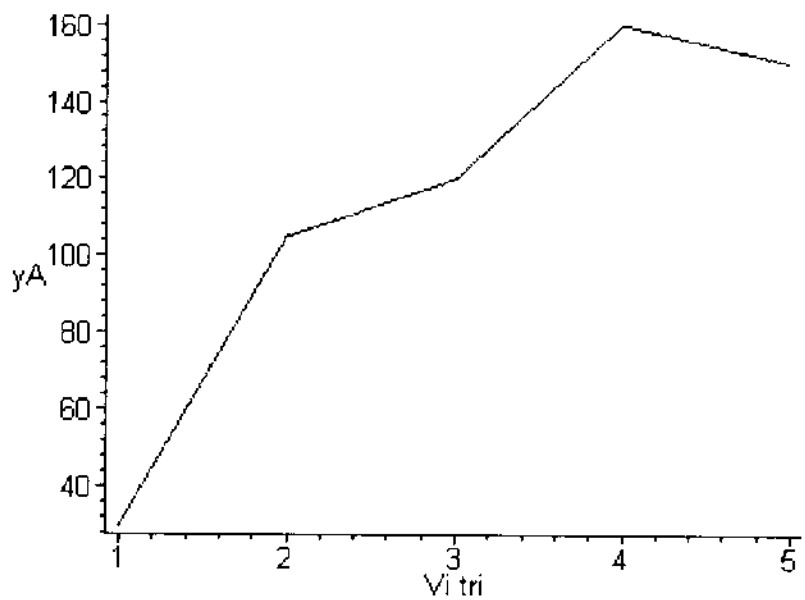
> listplot([seq(yA[i],i=1..5)],labels=["Vi tri","yA"], title="Do thi bieu dien su thay doi phan luc goi do A",color=blue);

listplot([seq(yB[i],i=1..5)],labels=["Vi tri","yB"], title="Do thi bieu dien su thay doi phan luc goi do B",color=blue);

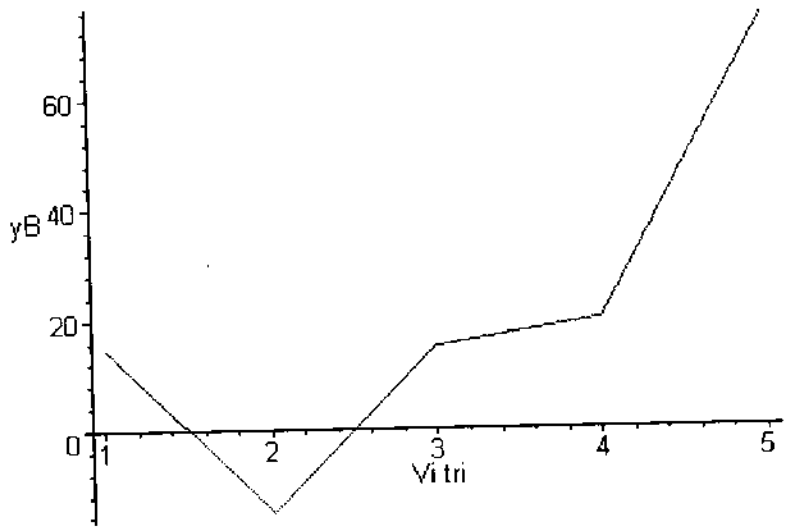
listplot([seq(mA[i],i=1..5)],labels=["Vi tri","mA"], title="Do thi bieu dien su thay doi momen uon tai mat cat A",color=blue);

listplot([seq(mB[i],i=1..5)],labels=["Vi tri","mB"], title="Do thi bieu dien su thay doi momen uon tai mat cat B",color=blue);

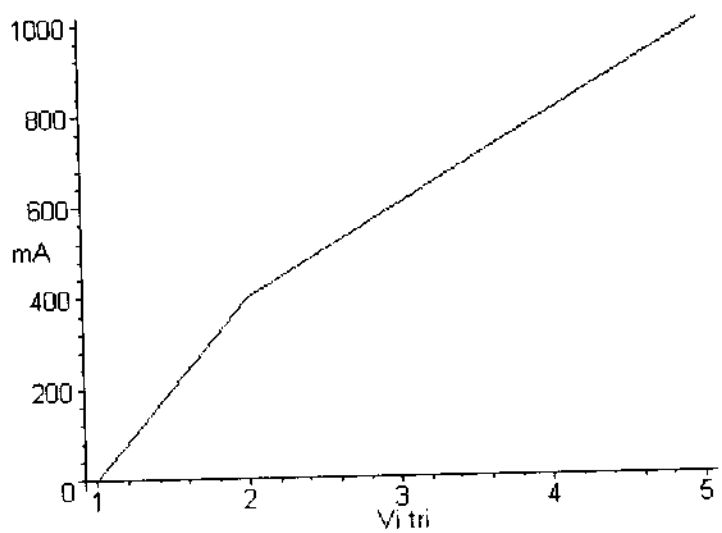
listplot([seq(mC[i],i=1..5)],labels=["Vi tri","mC"], title="Do thi bieu dien su thay doi momen uon tai mat cat C",color=blue);



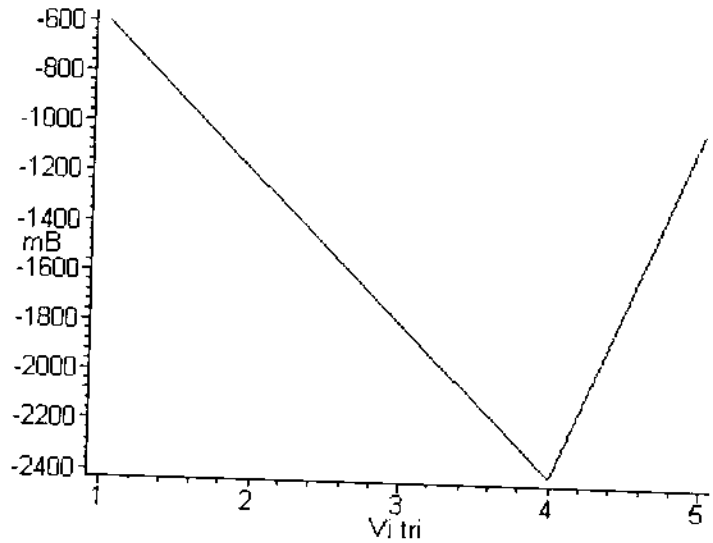
Hình 9. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi phản lực gối đỡ A*



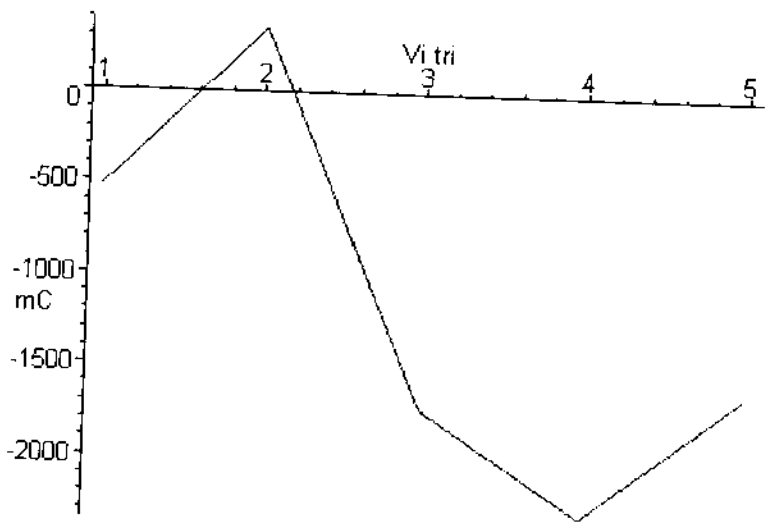
Hình 9.2. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi phản lực gối đỡ B*



Hình 9.3. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi mômen uốn tại mặt cắt A.*



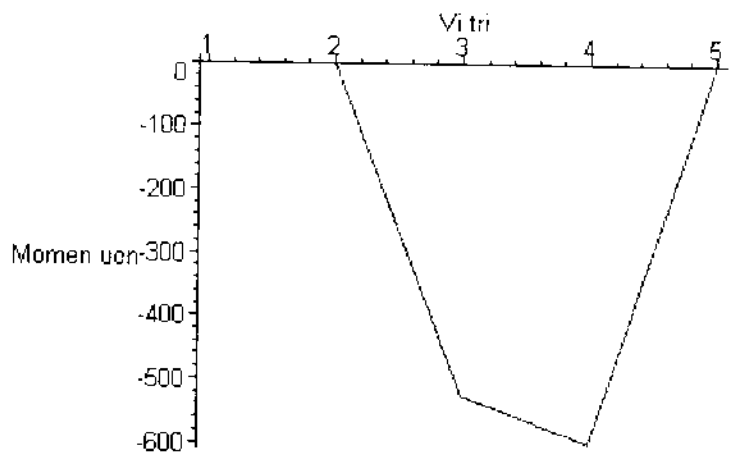
Hình 9.4. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi mômen uốn tại mặt cắt B.*



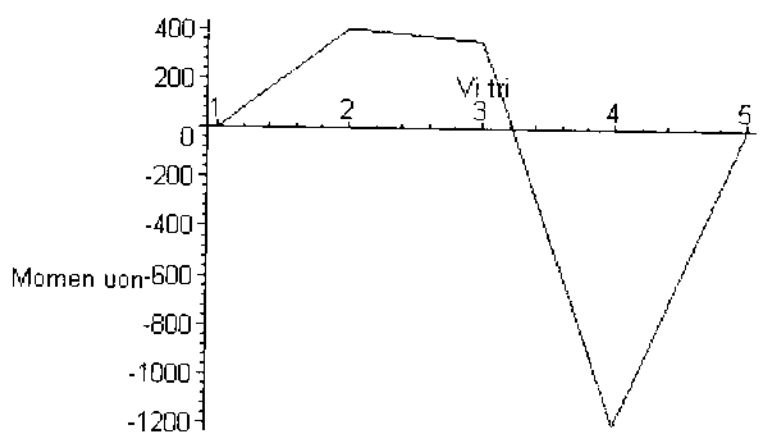
Hình 9.5. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi mômen uốn tại mặt cắt C.*

```
> listplot([0,mA[1],mC[1],mB[1],0],labels=["Vi   tri","Momen   uon"],
title="Bieu do momen uon tai vi tri 1",color=blue);
listplot([0,mA[2],mC[2],mB[2],0],labels=["Vi   tri","Momen   uon"],
title="Bieu do momen uon tai vi tri 2",color=blue);
```

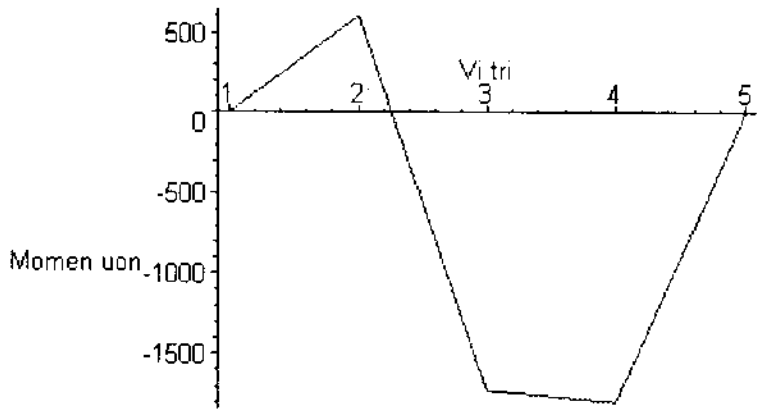
```
listplot([0,mA[3],mC[3],mB[3],0],labels=["Vi tri","Momen uon"],
title="Bieu do momen uon tai vi tri 3",color=blue);
listplot([0,mA[4],mC[4],mB[4],0],labels=["Vi tri","Momen uon"],
title="Bieu do momen uon tai vi tri 4",color=blue);
listplot([0,mA[5],mC[5],mB[5],0],labels=["Vi tri","Momen uon"],
title="Bieu do momen uon tai vi tri 5",color=blue);
```



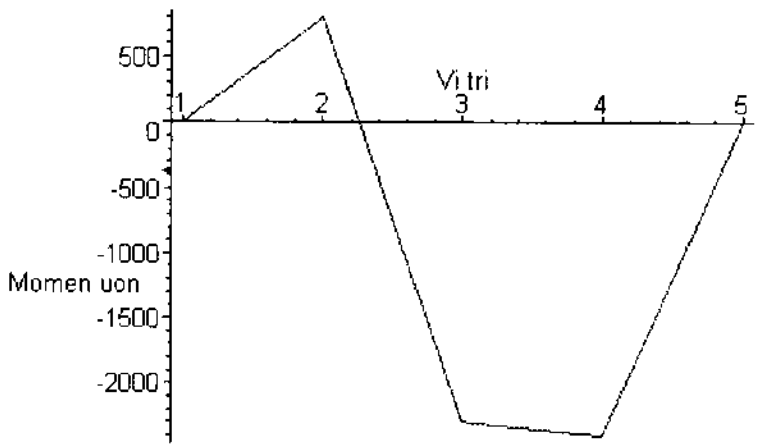
Hình 9.6. *Biểu đồ mômen uốn tại vị trí 1*



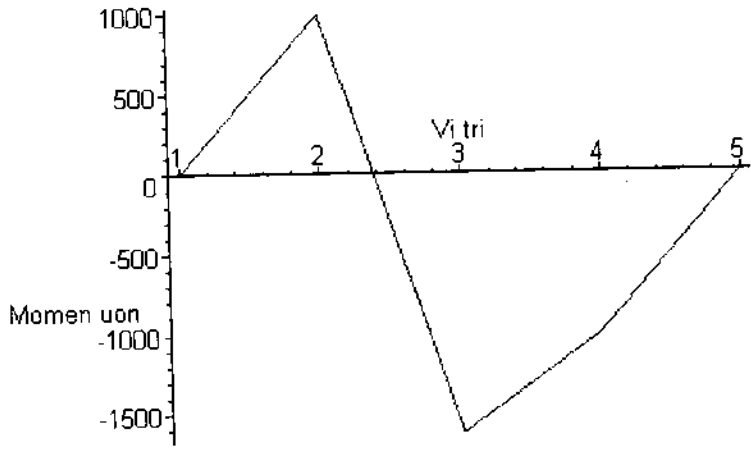
Hình 9.7. *Biểu đồ mômen uốn tại vị trí 2.*



Hình 9.8. *Biểu đồ mômen uốn tại vị trí 3*



Hình 9.9. *Biểu đồ mômen uốn tại vị trí 4.*



Hình 9.10. *Biểu đồ mômen uốn tại vị trí 5.*

9.5.2. Tự động hoá tính toán Các thông số kích thước trục vít

> restart; (Bắt đầu chương trình)

Digits:=2:

Các thông số đầu vào (Có thể thay đổi tuỳ ý)

> # Momen xoan trucvit:

T1 := 49.47*1000:

Thoi gian lam viec cua bo truyen:

t:=12*12*30*2*8:

Ty so truyen cua bo truyen trucvit-banhvit:

u:=15:

Toc do quay cua trucvit:

n1:=1003:

He so tinh chat phan bo tai trong cua chu trinh :

kt:=1*.5+.8*.5:

Tính vận tốc trượt theo công thức gần đúng để lựa chọn vật liệu:

> vs1:=evalf(4.5*10^(-5)*n1*(T2)^(1/3),4);

$vs1 := 3.785$

Các hàm nội suy dùng trong thiết kế bộ truyền trục vít-bánh vít:

Các đặc trưng cơ học chủ yếu của vật liệu:

```
> ghbkeo:=[40,45,40,45,40,55,28,35,38,40];
klrieng:=[8.5,8.2,8.65,8.5,8.4,8.4,8.8,8.54,8.4,8.5];
ghtle:=[20,20,17,17,20,20,8.5,10,30,15];
ghbxoan:=[20,18,16,12,12,13.5,7.5,12,4.1,8];
ghbuon:=[58,30,35,55,50,52,55,70,60,46];
ddphuy:=[10,11,12,10,8,7,9,6,4,4.5];
ghmoi:=0.5*ghbkeo+.4*ghbuon;
dgia:=[6.75,7,9,10,7.5,10,7.5,10,9,27.5];
ghben:=[200,260,290,160,190,240,400,500,600,340,120,150,180];
ghchay:=[120,150,170,90,95,100,200,140,280,320,360];
modullE:=2.1e7;
```

$$klrieng := [8.5, 8.2, 8.65, 8.5, 8.4, 8.4, 8.8, 8.54, 8.4, 8.5]$$

$$ghtle := [20, 20, 17, 17, 20, 20, 8.5, 10, 30, 15]$$

$$ghbxoan := [20, 18, 16, 12, 12, 13.5, 7.5, 12, 4.1, 8]$$

$$ghbuon := [58, 30, 35, 55, 50, 52, 55, 70, 60, 46]$$

$$ddphuy := [10, 11, 12, 10, 8, 7, 9, 6, 4, 4.5]$$

$$ghmoi := [43., 34., 34., 44., 40., 49., 36., 46., 43., 38.]$$

$$dgia := [6.75, 7, 9, 10, 7.5, 10, 7.5, 10, 9, 27.5]$$

$$ghben := [200, 260, 290, 160, 190, 240, 400, 500, 600, 340, 120, 150, 180]$$

$$ghchay := [120, 150, 170, 90, 95, 100, 200, 140, 280, 320, 360]$$

$$modullE := .21\ 10^{8}$$

Các hàm mục tiêu:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
Renhat[i]:=evalf(ghtle[i]/(klrieng[i]*dgia[i]));
```

```
Nnhat[i]:=evalf(ghtle[i]/klrieng[i]);
Dbmtnhat[i]:=evalf(ghmoi[i]/klrieng[i]);
Dbtutnhat[i]:=evalf(ghbuon[i]^(2/3)/klrieng[i]);
Dbtxtnhat[i]:=evalf(ghbxoan[i]^(2/3)/klrieng[i]);
Dcrtnhat[i]:=evalf(modullE/klrieng[i]);
Dvdrtnhat[i]:=evalf(ghtle[i]^2/(modullE*klrieng[i]));
Knltvntnhat[i]:=evalf(ddphuy[i]/dgia[i]);
od:
```

Thủ tục tối ưu hoá:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
M[1,i]:=Renhat[i];M[2,i]:=Nnhat[i];M[3,i]:=Dbmtnhat[i];M[4,i]:=Dbtutn
hat[i];M[5,i]:=Dbtxtnhat[i];M[6,i]:=Dcrtnhat[i];M[7,i]:=Dvdrtnhat[i];M[8,i]:=
Knltvntnhat[i];od:
M:=matrix(8,10,[seq(M[1,i],i=1..10),seq(M[2,i],i=1..10),seq(M[3,i],i=1..
10),seq(M[4,i],i=1..10),seq(M[5,i],i=1..10),seq(M[6,i],i=1..10),seq(M[7,i],i=1
..10),seq(M[8,i],i=1..10)]);
for i from 1 by 1 to 8 do
Jmax[i]:=1:
for j from 2 by 1 to 10 do
if M[i,Jmax[i]]<=M[i,j] then Jmax[i]:=j fi;
od;od:
K:=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]:dem:=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]:
for i from 1 by 1 to 10 do
for j from 1 by 1 to 10 do
if Jmax[i]=K[j] then dem[j]:=dem[j]+1 fi od od:
nho := 1:m:=dem[1]:
for i from 1 by 1 to 10 do if(m<=dem[i]) then m:=dem[i];nho:=i fi od:
```

$M :=$

[.35 , .34 , .22 , .20 , .32 , .24 , .13 , .12 , .40 , .064]

[2.4 , 2.4 , 2.0 , 2.0 , 2.4 , 2.4 , .97 , 1.2 , 3.6 , 1.8]

[5.1 , 4.1 , 4.0 , 5.2 , 4.8 , 5.8 , 4.1 , 5.4 , 5.1 , 4.5]

[1.8 , 1.2 , 1.3 , 1.7 , 1.7 , 1.7 , 1.5 , 2.0 , 1.8 , 1.6]

[.89 , .83 , .76 , .62 , .62 , .69 , .43 , .62 , .31 , .48]

[.25 10^{7} , .26 10^{7} , .24 10^{7} , .25 10^{7} , .25 10^{7} , .25 10^{7} , .24 10^{7} , .25 10^{7} , .25 10^{7} , .25 10^{7}]

[.22 10^{-5} , .23 10^{-5} , .16 10^{-5} , .16 10^{-5} , .23 10^{-5} , .23 10^{-5} , .39 10^{-6} , .56 10^{-6} , .51 10^{-5} , . 12 10^{5}

[1.5, 1.6, 1.3, 1. , 1.1 , . 70 , 1.2, .60 ,.44 , .16]

> # Ham noi suy tinh he so dang rang:

YF:=spline([20,24,26,28,30,35,37,40,45,50,60,80,100,150,300],[1.98,1.88,1.85,1.80,1.76,1.64,1.61,1.55,1.48,1.45,1.40,1.34,1.30,1.27,1.24],Zv,linear):

> #Ham noi suy tinh he so bien dang theta:

theta:=spline([6.3,7.1,8,9,10,11.2,12.5,14,16,18,20],[36,45,57,71,86,102,125,152,190,230,276],q,linear):

> # Ham noi suy tinh goc ma sat phi:

phi:=spline([.01,.05,.10,.25,.50,1.0,1.5,2.0,2.5,3,4,5,8,10,15,24],[6.28,5.15,4.57,3.72,3.15,2.58,2.28,2.00,1.72,1.60,1.37,1.26,1.03,.96,.80,.75],vs,linear):

> # Ham noi suy tinh he so tai trong dong:

kHV:=spline([1.5,3,7 5],[1.1,1.2,1.3],vs,linear):

> Kettc:=Vector([50,63,80,100,125,140,160,180,200,225,280,315,355,400,450,500]):

> Mdtc:=Vector([2,2.5,3.15,4,5,6.3,8,10,12.5,16,20]):

> Hsdk:=Vector([6.3,8,10,12.5,16,20,25]):

Nhập các thông số của vật liệu tối ưu đã chọn:

Chọn vật liệu dã tối ưu:

> sigma[b]:=ghben[nho];sigma[ch]:=ghchay[nho];

$$\sigma_b := 600$$

$$\sigma_{ch} := 280$$

Tính hệ số đường kính q :

```
> z1:=2:
z2:=u*z1:
KH:=1.2:
q1:=.3*z2:
# Thu tuc lua chon he so duong kinh:
for i from 1 by 1 to 6 do
if (q1=Hsdk[i]) then q:=Hesodk[i] fi;
if(q1>Hsdk[i])and(q1<(Hsdk[i]+Hsdk[i+1])/2) then q:=Hsdk[i] fi;
if(q1<=Hsdk[i+1])and(q1>=(Hsdk[i]+Hsdk[i+1])/2) then q:=Hsdk[i] fi
od;
```

Xác định khoảng cách trục tiêu chuẩn:

```
>Heso1:=170/(z2*sigma[Hchophep]);Heso2:=T2*KH/q;Heso3:=z2+q;a[
wsb1]:=evalf(((Heso1)^2*Heso2)^(1/3)*Heso3,4);msb:=evalf((2*a[wsb1])/H
eso3,3);
#Thu tuc chon mo dul tieu chuan:
for i from 1 by 1 to 10 do
if (msb=Mdtc[i]) then m:=Mdtc[i] fi;
if (msb>Mdtc[i])and(msb<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then m:=Mdtc[i] fi;
if (msb>=(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2)and(msb<Kcttc[i+1]) then
m:=Mdtc[i+1] fi od;a[wsb2]:=m*Heso3/2;
> # Thu tuc lua chon khoang cach truc tieu chuan:
for i from 1 by 1 to 15 do
if (a[wsb2]=Kcttc[i]) then a[w]:=Kcttc[i] fi;
if (a[wsb2]>Kcttc[i])and(a[wsb2]<(Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2) then
a[w]:=Kcttc[i] fi;
```

if (a[wsb2]>=(Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2)and(a[wsb2]<Kcttc[i+1]) then a[w]:=Kcttc[i+1] fi od;a[w]:=a[w];

$$Heso1 := .024$$

$$Heso2 := 89000.$$

$$Heso3 := 38$$

$$a_{wsb1} := 141.2$$

$$msb := 7.42$$

$$a_{wsb2} := 152$$

$$a_w := 160$$

Tính lại vận tốc trượt và hiệu suất thực tế:

> vs:=evalf(m*n1*sqrt(z1^2+q^2)/19100,3);

$$vs := 3.46$$

> phi:=phi(vs);

gamma1:=evalf(arctan(z1/q));eta(tt):=evalf(.95*tan(gamma1)/tan(gamma1+phi*Pi/180),5);

$$\phi := 1.5$$

$$\gamma 1 := .24$$

$$\eta(tt) := .85267$$

Hệ số dịch chỉnh:

> x:=evalf(a[w]/m-Heso3/2,3);

$$x := 1.$$

Tính toán các thông số hình học của bộ truyền:

> print("CAC THONG SO CUA BO TRUYEN");

print("khoang cach truc");a[w]:=a[w];

print("he so duong kinh");q:=q;

print("Ty so truyen");u:=u;

print("He so dich chinh");x:=a[w]/m-.5*(q+z2);

print("So rang truc vit");z1:=z1;

print("goc vit");gamma1:=gamma1;

print("Duong kinh vong chia");d1:=q*m;

print("Duongkinhvongdinh");d[a1]:=d1+2*m;

print("Duong kinh vong day");d[f1]:=m*(q-2.4); print("Chieu dai phan cat ren cua truc vit");b1:=(10.5+z1)*m;

Các thông số của trục vít:

"khoang cach truc"

$a_w := 160$

"he so duong kinh"

$q := 8$

"Ty so truyen"

$u := 15$

"He so dich chinh"

$x := 1.0$

"So rang truc vit

$z1 := 2$

"Duong kinh vong chia"

$d1 := 64$

"Duong kinh vong dinh"

$d_{a1} := 80$

$d_{f1} := 45.$

"Chieu dai phan cat ren cua truc vit

$b1 := 96.$

Tính lực tác dụng lên bộ truyền :

> print("Luc doc truc ");F[a1]:=2*T2/d[2];F[a2]:=evalf(F[a1]*tan(gamma1+(phi)*Pi/180),3);print(" Luc tiep tuyen");F[t2]:=F[a1];F[t1]:=F[a2];print("Luc huong kinh ");F[r1]:=F[t2]*tan(20*3.14/180);F[r2]:=F[r1];

"Luc doc truc

$F_{a1} := 5000.$

$F_{a2} := 1360.$

"Luc tiep tuyen"

$F_{t2} := 5000.$

$F_{t1} := 1360.$

"Luc huong kinh "

$F_{r1} := 1800.$

$F_{r2} := 1800.$

Những lực này dùng để tính toán kiểm tra độ bền răng bánh vít.

Kết thúc tụ động hoá tính toán.

Chương 10

CHƯƠNG TRÌNH TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN Ổ TRỤC

> restart;Digits:=3:

10.1 CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT :

Đường kính trong của trục : > d:=60;

Số vòng quay : > n:=1500;

Trị số tuổi thọ : > Lh:=25e3;

Hệ số thời gian : > kt:=(.5+.5*(.8)^m):

Nhiệt độ : > theta:=200;

Tên vòng quay: > vong:=trong;

Loại tải trọng : > taitrong:=vadapnhe;

Cỡ ổ chọn : > co:=nhe;

Lực dọc trục : > Fa1t:=1200; Fa2t:=Fa1t;

Lực tiếp tuyến : > Fx1:=1000; Fx2:=1500;

Fy1:=2000;

Fy2:=2500;

$$d := 60$$

$$n := 1500$$

$$Lh := 25000$$

$$\theta := 200$$

$$vong := trong$$

$$taitrong := vadapnhe$$

$$co := nhe$$

$$Fa1t := 1200$$

$$Fa2t := 1200$$

$$Fx1 := 1000$$

$$Fx2 := 1500$$

$$Fy1 := 2000$$

$$Fy2 := 2500$$

10.2 CHỌN LOẠI Ổ LĂN :

Thủ tục xác định các hệ số :

```
> if vong=trong then V:=1 elif vong=ngoai then V:=1.2 fi;
if theta=105 then kt:=1 elif (theta<=250)and(theta>105)then kt:=(108+.4*theta)/150 fi;
if taitrong=tinhkovadap then kd:=1 elif taitrong=vadapnhe then kd:=1.2 elif taitrong=vadapvua then kd:=1.5 elif taitrong=vadapmanh then kd:=2 elif taitrong=vadapratmanh then kd:=2.5 fi;
```

$$V := 1$$

$$kt := 1.25$$

$$kd := 1.2$$

Thủ tục lựa chọn loại ổ :

```
> if (Fa1t=0)then loaiO:=bido;alpha:=0 fi;
if (Fa1t<>0)then loaiO:=duacon;alpha:=(12*Pi/180) fi;
e:=evalf(1.5*tan(alpha),3);
```

$$loaiO := duacon$$

$$\alpha := \frac{1}{15}\pi$$

$$e := .318$$

Xác định các phản lực :

```
> Fr1:=evalf(sqrt(Fx1^2+Fy1^2));
Fr2:=evalf(sqrt(Fx2^2+Fy2^2));
Fs1:=.83*e*Fr1;
```

Fs2:=.83*e*Fr2;

Fa1:=Fa1t-Fs2;

Fa2:=Fa2t+Fs1;

$$Fr1 := 2240.$$

$$Fr2 := 2920.$$

$$Fs1 := 591.$$

$$Fs2 := 771.$$

$$Fa1 := 429.$$

$$Fa2 := 1790.$$

Ma trận quản lý số liệu :

> if loaiO=bido then

if co=sieunhe then

LO:=matrix([["1000904","1000905","1000906","1000907","1000908","1000909","1000911","1000912","1000915"],[20,25,30,35,40,45,50,60,75],[37,42,47,55,62,68,80,85,100],[9,9,9,10,12,12,13,13,16],[.5,.5,.5,1,1,1,1.5,1.5,1.5],[5.14,5.57,5.95,8.16,9.54,10.3,12.3,12.5,19.1],[3.12,3.75,4.06,5.76,7.06,8.29,10.2,10.8,17.2]]) fi;

if co=dacbietnhehep then

LO:=matrix([["700105","700106","700107","700108","700109","700110","700111","700112","700113","700114"],[25,30,35,40,45,50,55,60,65,70],[47,55,62,68,75,80,90,95,100,110],[8,9,9,9,10,10,11,11,11,13],[.5,.5,.5,.5,.5,1,1,1,1,1],[6.57,7.56,7.74,10.3,10.5,10.8,12.9,13.2,13.5,15.8],[4.24,5.4,5.79,8.06,8.57,9.07,10.8,11.5,12.1,14.2]])fi ;

if co=dacbietnhevua then

LO:=matrix([["104","105","106","107","108","109","110","111","112","113","114","115","116","117","118","120"],[20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,100],[42,47,55,62,68,75,80,90,95,100,110,115,125,130,140,150],[12,12,13,14,15,16,16,18,18,18,20,20,22,22,24,24],[1,1,1.5,1.5,1.5,1.5,1.5,2,2,2,2,2,2,2,2.5,2.5],[7.36,7.9,10.4,12.5,13.2,16.5,16.5,22.2,24.1,24.1,30.3,3

0.4,37.4,37.4,41.1,42.3],[4.54,5.04,7.02,8.66,9.45,12.4,13.4,17.3,18.5,20,24.6
,24.6,31.9,31.9,35.7,42.3]])fi ;

if co=nhe then

LO:=matrix([["204","205","206","207","208","209","210","211","212","
213","214","215","216","217","218","219","220"],[20,25,30,35,40,45,50,55,6
0,65,70,75,80,85,90,95,100],[47,52,62,72,80,85,90,100,110,120,125,130,140,
150,160,170,180],[14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,28,30,32,34],[1.5,
1.5,1.5,2,2,2,2,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,3,3,3,3.5,3.5],[10,11,15.3,20.1,25.6,25.7,27.
5,34,41.1,44.9,48.8,51.9,57,65.4,75.3,85.3,95.8],[6.3,7.09,10.2,13.9,18.1,18.1
,20.2,25.6,31.5,34.7,38.1,41.9,45.4,54.1,61.7,70,80.6]])fi ;

if co=trung then

LO:=matrix([["304","305","306","307","308","309","310","311","312","
313","314","315","316","317","318","319","320"],[20,25,30,35,40,45,50,55,6
0,65,70,75,80,85,90,95,100],[52,62,72,80,90,100,110,120,130,140,150,160,1
70,180,190,215],[15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39,41,43,47],[2,2,2,2.
5,2.5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4,4],[12.5,17.6,22,26.2,31.9,37.8,48.5,56,64
.1,72.4,81.7,89,96.5,104,112,136],[7.94,11.6,15.1,17.9,21.7,26.7,36.3,42.6,49
.4,56.7,64.5,72.8,71.7,91,101,133]])fi ;

if co=nang then

LO:=matrix([["405","406","407","408","409","410","411","412","413","
414","416","417"],[25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,80,85],[80,90,100,110,120
,130,140,150,160,180,200,210],[21,23,25,27,29,31,33,35,37,42,48,52],[2.5,2.
5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4,5],[29.2,37.2,43.6,50.3,60.4,68.5,78.7,85.6,92.6,1
13,128,136],[12.1,20.8,27.2,31.9,37,53,53,63,71.4,79.6,107,128,138]])fi fi;

if loaiO=duacon then

if co=dacbietnhe then
LO:=Matrix([["2007106","2007107","2007108","2007109","2007111","2007
113","2007114","2007115","2007116","2007118","2007119","2007120","20
07122"],[30,35,40,45,55,65,70,75,80,90,95,100,110],[55,62,68,75,90,100,110
,115,125,140,145,150,170],[16,17,18,19,22,22,24,26,27,30,30,30,36],[1.5,1.5
,1.5,1.5,2,2,2,2,2,2.5,2.5,2.5,3],[9.08,10.25,10.25,11.33,12.5,14.08,14.08,14.0
8,12.75,12.83,12.83,12.83,12.83],[23.5,25.6,31.9,40,49.1,52.9,67.6120,88.4,1

11,114,117,161],[19.9,23,28.4,34.8,45.2,51.3,65.8,108.8,88.5,111,115,120,16
6]]) fi;

if co=nhe then

LO:=matrix([["7206","7207","7208","7209","7210","7211","7212","721
4","7215","7216","7217","7216","7219","7220","7224"],[30,35,40,45,50,55,6
0,70,75,80,85,90,95,100,120],[62,72,80,85,90,100,110,125,130,140,150,160,
170,180,215],[16,17,18,19,20,21,22,24,25,26,28,30,32,34,40],[1.5,2,2,2,2,2.5
,2.5,2.5,2.5,3,3,3,3.5,3.5,3.5],[13.67,13.83,14.33,15.33,14,15.33,13.17,13.83,
14.5,15.67,16.17,14.33,14.33,15,15],[29.8,35.2,42.4,42.7,52.9,57.9,72.2,95.9,
97.6,106,109,141,145,162,252],[26.3,32.7,33.4,40.6,46.1,58.4,82.1,84.5,95.2,
91.4,125,131,146,237]])fi;

if co=nherong then

LO:=matrix([["7506","7507","7508","7509","7510","7511","7512","751
3","7514","7515","7516","7517","7518","7519","7520","7522","7524"],[30,3
5,40,45,50,55,60,70,75,80,85,90,95,100,110,120],[62,72,80,85,90,100,110,12
0,125,130,140,150,160,170,180,200,215],[20,23,23,23,23,25,28,31,32,31,33,
36,40,43,46,53,58],[1.5,2,2,2,2,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,3,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5],[13.6
7,13,14.25,15.5,15.67,13.5,14.67,13.83,14.5,15.17,15,15,14.5,14.33,15,15,15
],[],[34.9,50.2,53.9,51.6,59.8,72.2,84,109,110,115,133,151,179,225,232,291,
351],[27.5,40.3,44.8,42.6,54.5,61.6,75.6,98.9,101,108,126,141,171,225,236,2
96,379]])fi;

if co=trung then

LO:=matrix([["7306","7307","7308","7309","7310","7311","7312","731
3","7314","7315","7317","7318"],[30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,85,90],[72,
80,90,100,110,120,130,140,150,160,180,190],[19,21,23,25,27,29,31,33,35,37
,41,43],[2,2.5,2.5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4],[13.5,12,10.5,10.83,11.67,12.5,1
1.5,11.5,11.67,12.33,11.83,12],[40,48.1,61,76.1,96.6,102,118,134,168,178,22
1,240],[29.9,35.3,46,59.3,75.9,81.5,96.3,111,137,148,195,201]])fi;

if co=trungrong then

LO:=matrix([["7606","7607","7608","7609","7610","7611","7612","761
3","7614","7615","7616","7618","7620","7622","7624"],[30,35,40,45,50,55,6
0,65,70,75,80,90,100,110,120],[72,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,1

90,215,240,260],[27,33,33,36,40,43,46,48,51,55,58,64,73,80,86],[2,2.5,2.5,2.5,3,3,3.5,3.5,3.5,3.5,3.5,4,4,4,4],[12,11.17,11.17,11,11.17,12.17,11.5,12.33,13,17,11.33,11.83,12.5,11.33,11.83,11.83],[61.3,71.6,80,104,122,148,171,178,204,249,294,369,451,490,601],[51,61.5,67.2,90.5,108,140,157,168,186,235,291,363,459,505,610]])fi;

fi;

Thủ tục lựa chọn ổ lăn :

> if loaiO=bido then

if co=sieunhe then

for i from 1 by 1 to 9 do

if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;

od fi;

if co=dacbietnhehep then

for i from 1 by 1 to 10 do

if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;

od fi;

if co=dacbietnhevua then

for i from 1 by 1 to 16 do

if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;

od fi;

if co=nhe then

for i from 1 by 1 to 17 do

if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;

od fi;

if co=trung then

for i from 1 by 1 to 16 do

if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;

od fi;

```
if co=nang then
for i from 1 by 1 to 13 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od fi;
Co:=LO[7,vt]*1000;C:=LO[6,vt]*1000 fi;
if loaiO=duacon then
if co=dacbietnhe then
for i from 1 by 1 to 13 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od fi;
if co=nhe then
for i from 1 by 1 to 15 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od  fi;
if co=nherong then
for i from 1 by 1 to 17 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od  fi;
if co=trung then
for i from 1 by 1 to 12 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od  fi;
if co=trungrong then
for i from 1 by 1 to 15 do
if (d=LO[2,i]) then vt:=i fi;
od fi;
Co:=LO[8,vt]*1000;C:=LO[7,vt]*1000 fi;
```

$Co := 82100.$

C := 72200.

Thủ tục tra các hệ số ({X,Y} , {Xo,Yo}):

```
> if (loaiO=bido) then m:=3;Xo:=.6;Yo:=.5
 elif loaiO=duacon then m:=10/3;Xo:=.5;
Yo:=evalf(.22/tan(alpha)) fi;
hs1:=Fa1/(10^3*Co):hs2:=Fa2/(10^3*Co):
if loaiO=bido then
if Fa1/(V*Fr1)<=e then X1:=1;Y1:=0 else X1:=.56;
Y1:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[2.3,1.99,1.71,1.55,1.
45,1.31,1.15,1.04,1],hs1,linear)  fi;
if Fa2/(V*Fr2)<=e then X2:=1;Y2:=0 else X2:=.56;
Y2:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[2.3,1.99,1.71,1.55,1.
45,1.31,1.15,1.04,1],hs2,linear)  fi fi;
if loaiO=bidochan then
if Fa1/(V*Fr1)<=e then X1:=1;Y1:=0 else X1:=.45;
Y1:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[1.81,1.62,1.46,1.34,
1.22,1.13,1.04,1.01,1],hs1,linear)  fi;
if Fa2/(V*Fr2)<=e then X2:=1;Y2:=0 else X2:=.45;
Y2:=spline([.014,.028,.057,.085,.11,.17,.29,.43,.57],[1.81,1.62,1.46,1.34,
1.22,1.13,1.04,1.01,1],hs2,linear) fi fi;
if loaiO=duacon then
X1:=evalf(tan(alpha));Y1:=1;X2:=evalf(tan(alpha));Y2:=1 fi;
```

Xác định tải trọng động quy ước :

```
> Q1:=evalf((V*X1*Fr1+Y1*Fa1)*kt*kd);
Q2:=evalf((V*X2*Fr2+Y2*Fa2)*kt*kd);
```

Tính toán các thông số để kiểm tra :

```
> L:=evalf(Lh*60*n/10^6,5);
Qe1:=Q1*kt^(1/m):
```

```
Qe2:=Q2*kt^(1/m):
Qt11:=(Xo*Fr1+Yo*Fa1):Qt12:=Fr1:
Qt21:=(Xo*Fr2+Yo*Fa2):Qt22:=Fr2:
if Qt11<Qt12 then Qt1:=Qt12 else Qt1:=Qt11 fi;
if Qt21<Qt22 then Qt2:=Qt22 else Qt2:=Qt21 fi;
Cd1:=evalf(Qe1*(L)^(1/m),5);
Cd2:=evalf(Qe2*(L)^(1/m),5);
if (Qt1>Co)or(Qt2>Co)then print("Loai O ma ban vua chon khong thoa man dieu kien chiu tai trong tinh .Hay chon lai O !")elif (Cd1>C)or(Cd2>C)then print("Loai O ma ban vua chon khong thoa man dieu kien chiu tai trong dong .Hay chon lai O !")else print("Loai O ma ban vua chon thoa man dieu kien chiu tai trong dong va tai trong tinh") fi;
loaiO:=loaiO;"CAC THONG SO VE O LAN VUA CHON";
if loaiO=duacon then
TenO:=LO[1,vt];Co:=LO[8,vt]*1000;C:=LO[7,vt]*1000;"Duong kinh trong";d:=d ;"Duong kinh ngoai";D1:=LO[3,vt];"Be rong";B:=LO[4,vt];"Goc con";alpha1:=LO[6,vt];"Ban kinh goc luon";r:=LO[5,vt] fi;
if loaiO=bido then
TenO:=LO[1,vt];Co:=LO[7,vt]*1000;C:=LO[6,vt]*1000;
"Duong kinh trong";d:=d ;"Duong kinh ngoai";D1:=LO[3,vt];"Be rong";B:=LO[4,vt];"Ban kinh goc luon";r:=LO[5,vt] fi;
```

10.3 IN CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN:

$$m := \frac{10}{3}$$

$$Xo := .5$$

$$Yo := 1.04$$

$$X1 := .212$$

$$Y1 := 1$$

$X2 := .212$

$Y2 := 1$

$Q1 := 1360.$

$Q2 := 3610.$

$L := 2250.0$

$Qt1 := 2240.$

$Qt2 := 3320.$

$Cd1 := 14791.$

$Cd2 := 39106.$

"Loai O ma ban vua chon thoa man dieu kien chiu tai trong dong va tai tron

loaiO := duacon

"CAC THONG SO VE O LAN VUA CHON

TenO := "7212"

$Co := 82100.$

$C := 72200.$

"Duong kinh trong"

$d := 60$

"Duong kinh ngoai"

D1 := 110

"Be rong"

$B := 22$

"Goc con"

$\alpha 1 := 13.17$

"Ban kinh goc luon"

$r := 2.5$

Kết thúc quá trình tự động hoá tính toán.

PHẦN III

TỰ ĐỘNG HOÁ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY NHỜ SỰ TRỢ GIÚP CỦA PHẦN MỀM MDT 6

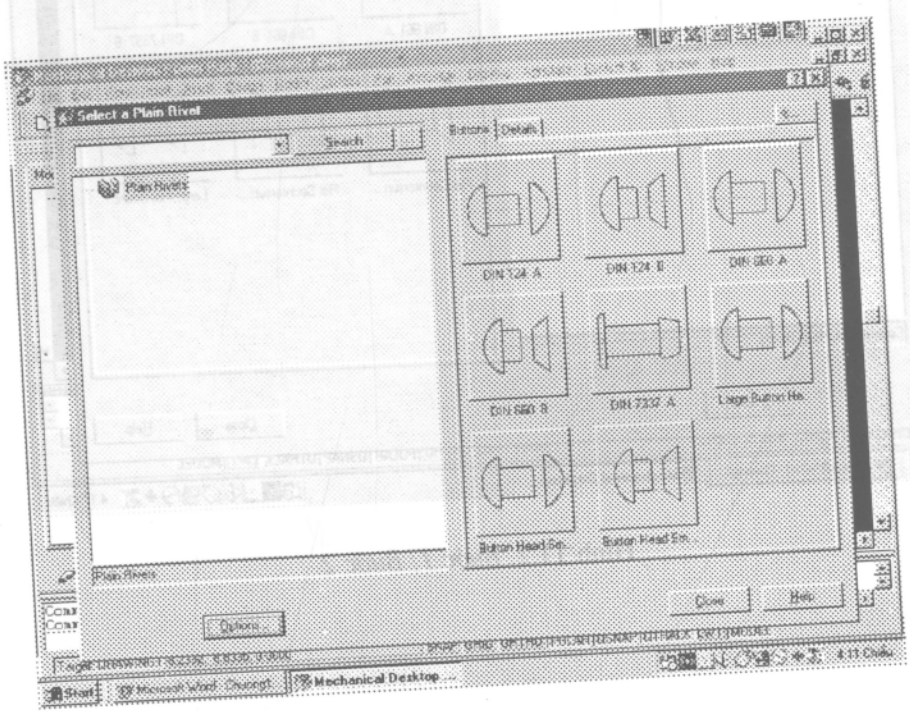
Chương 11

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN MỐI GHÉP ĐINH TÁN

11.1 GIỚI THIỆU CÁC LOẠI ĐINH TÁN (hình 11.1)

Trong MDT6 có tích hợp rất nhiều loại đinh tán: từ loại đinh tán đầu phẳng đến loại đinh tấn 2 đầu cầu.

Mỗi loại đinh tán lại chia thành nhiều loại kích thước, có thể có đinh tán đặc hoặc đinh tán rỗng.



Hình 11.1. *Các loại đinh tán theo tiêu chuẩn DIN*

11.2 GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN (hình 11.1)

Bước1: chọn loại đinh tán;

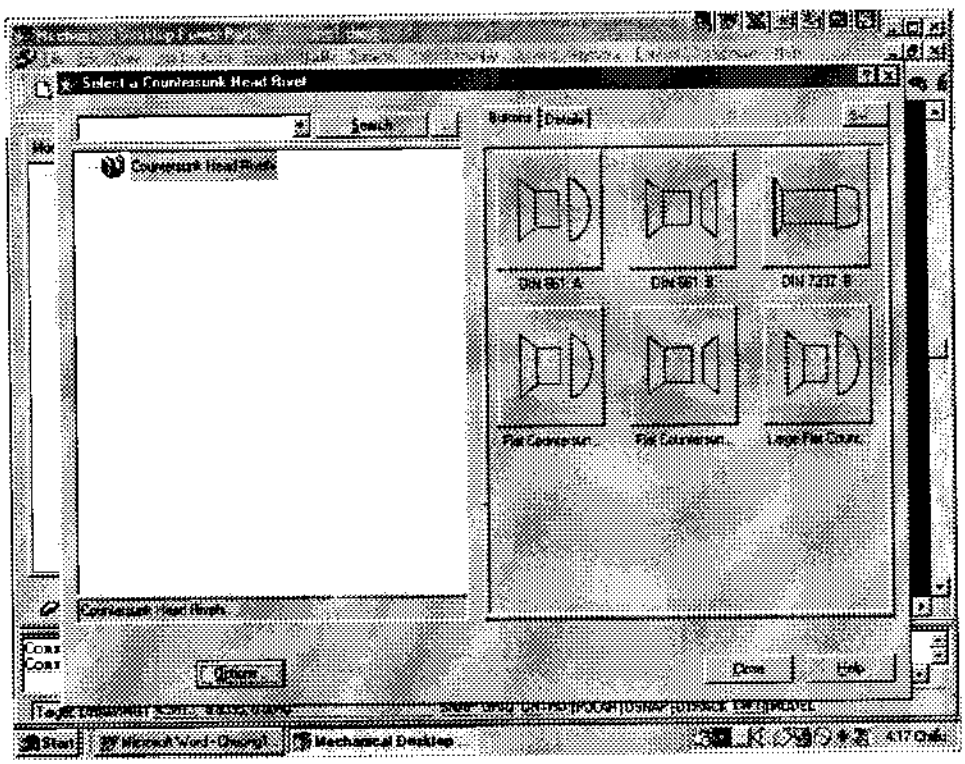
Bước2: chỉ dẫn các tiết máy cần ghép nối;

Bước 3: tính toán kiểm tra tải trọng và ứng suất;

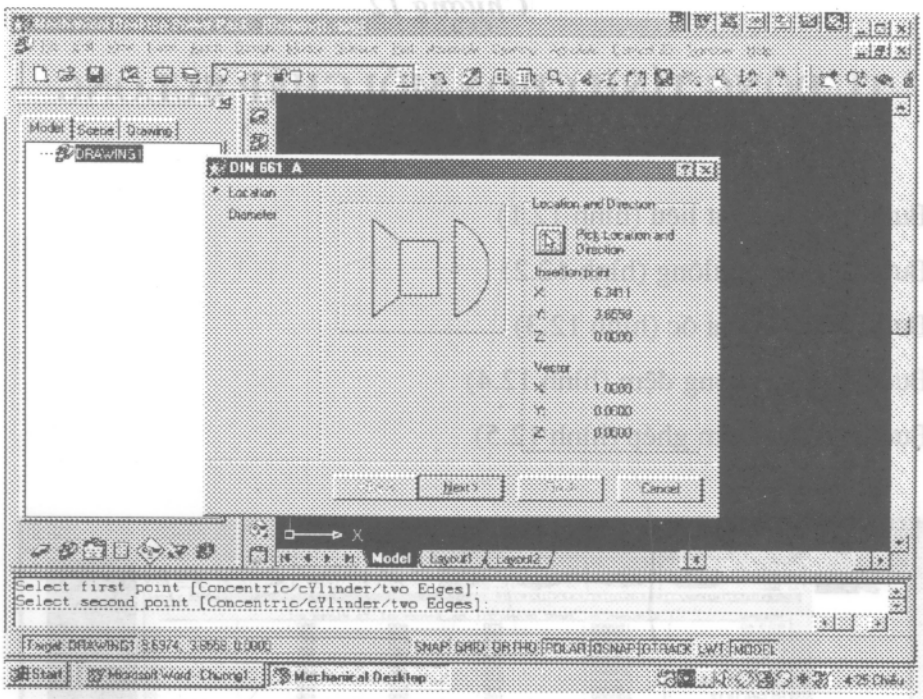
Bước 4: tính toán các kích thước mói ghép;

Bước 5: in kết quả.

11.3 VÍ DỤ



Hình 11.2. *Bước 1; Bước 2*



Hình 11.3. *Bước 3; Bước 4*

Chương 12

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN MỐI GHÉP BULÔNG

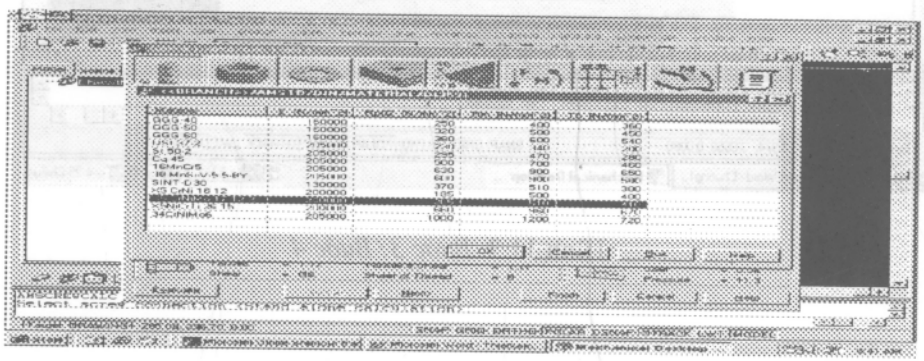
Bước 1: Chọn vật liệu (hình 12.1)

Bước 2: Chọn bulông (hình 12.2)

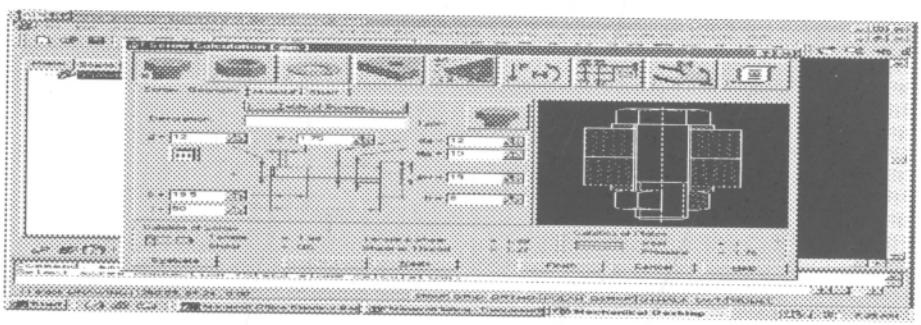
Bước 3: Chọn đai ốc (hình 12.3)

Bước 4: Chọn vòng đệm (hình 12.4)

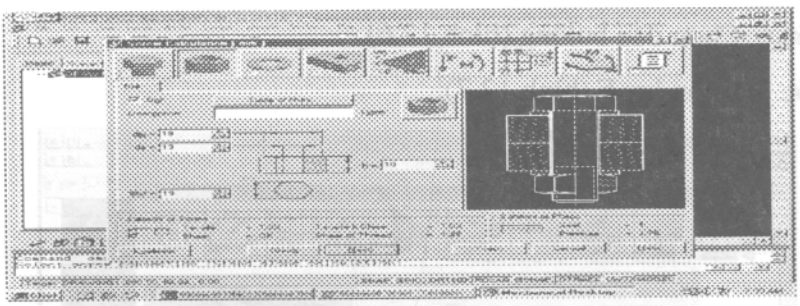
Bước 5: Chọn tấm ghép (hình 12.5)



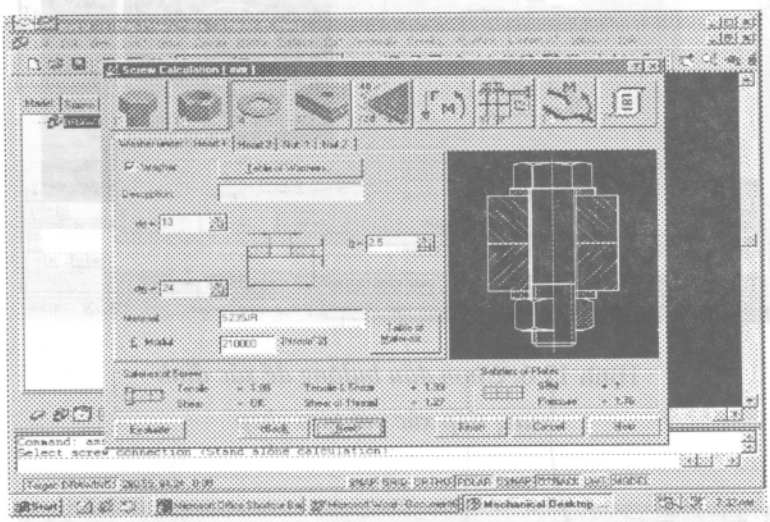
Hình 12.1. *Chọn vật liệu làm bulông*



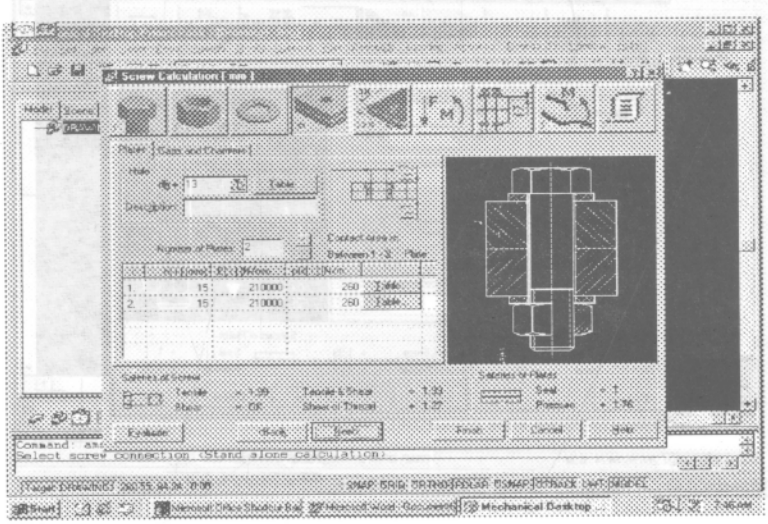
Hình 12.2. *Chọn bulông*



Hình 12.3. *Chọn đai ốc*



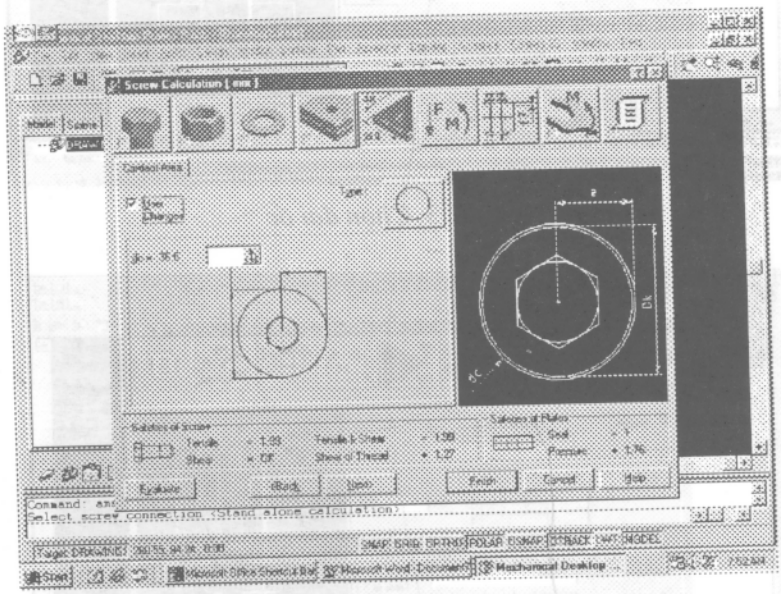
Hình 12.4. *Chọn vòng đệm*



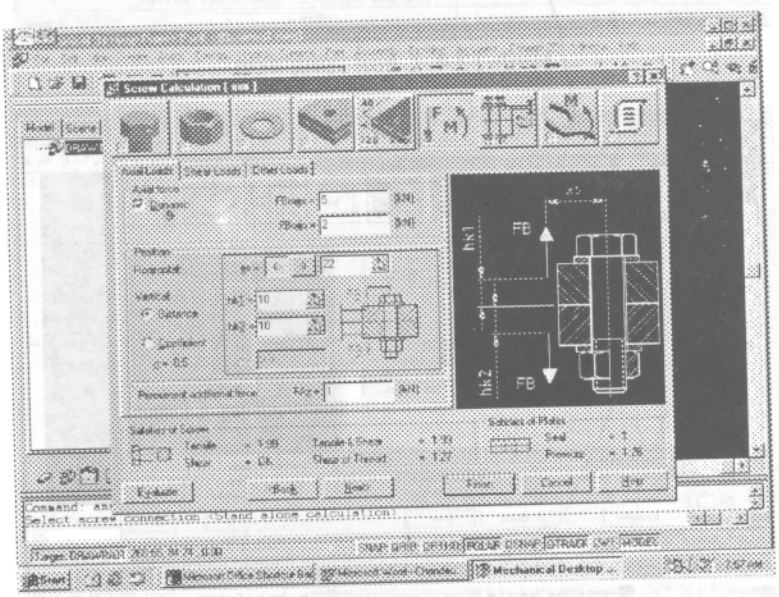
Hình 12.5. *Chọn tấm ghép*

Bước 6. Chọn đầu bulông (hình 12.6).

Bước 7. Chọn lực F (hình 12.7).



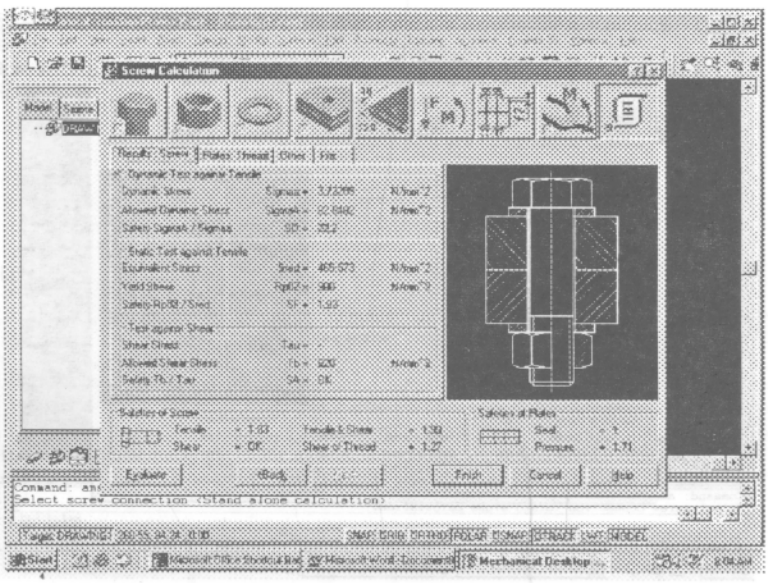
Hình 12.6. *Chọn đầu bulông để xác định vùng tiếp xúc với tấm ghép*



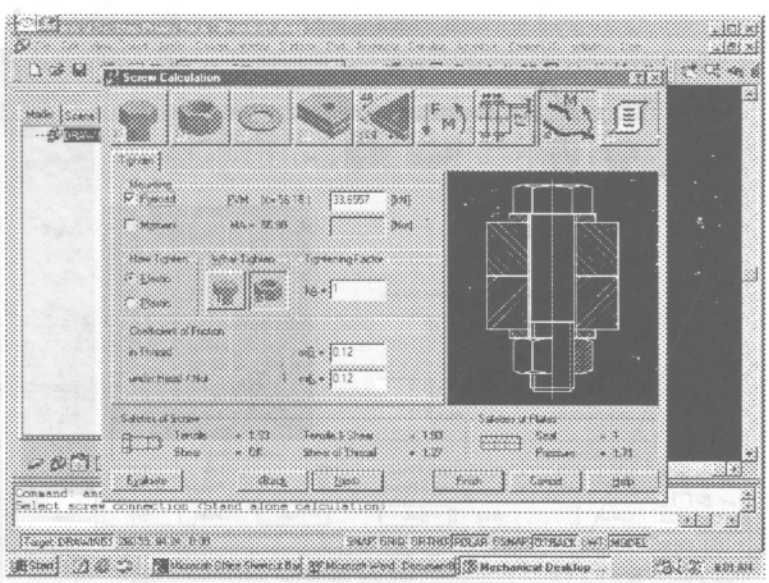
Hình 12.7. *Chọn lực F tác động lên bulông*

Bước 8. Chọn mômen (hình 12.8).

Bước 9. Tính toán mối ghép bulông (hình 12.9).



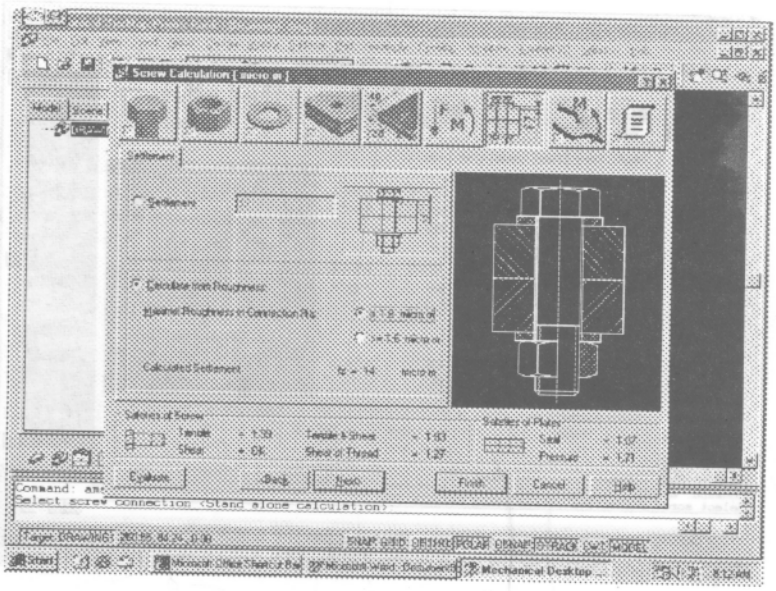
Hình 12.8. *Chọn mômen tác động lên bu lông (elastic)*



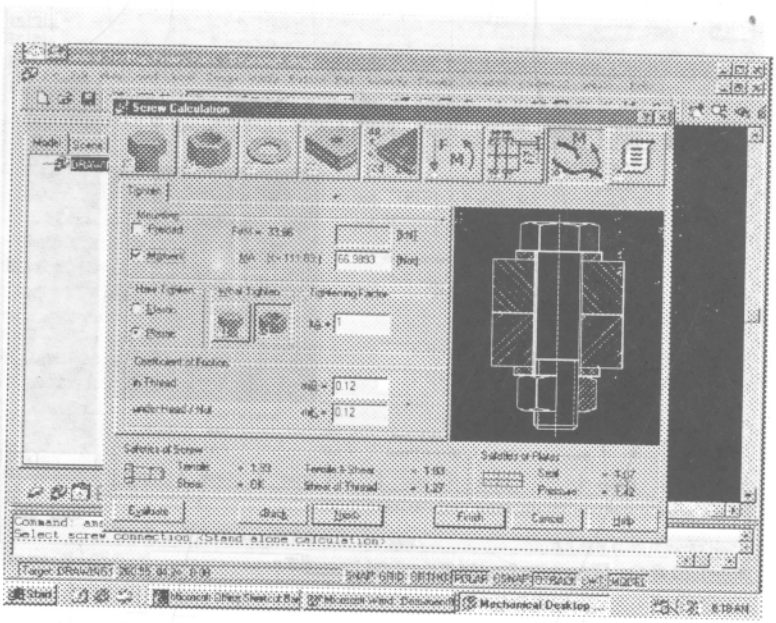
Hình 12.9. *Kết quả tính toán mối ghép bulông (elastic).*

Bước 10. Tính toán từ điều kiện bulông biến dạng dẻo (hình 12.10).

Bước 11. Tính toán mối ghép khi biến dạng dẻo (hình 12.11).



Hình 12.10. *Tính toán từ điều kiện bulông biến dạng dẻo (plastic)*



Hình 12.11. *Tính toán mối ghép trong trường hợp biến dạng dẻo (plastic).*

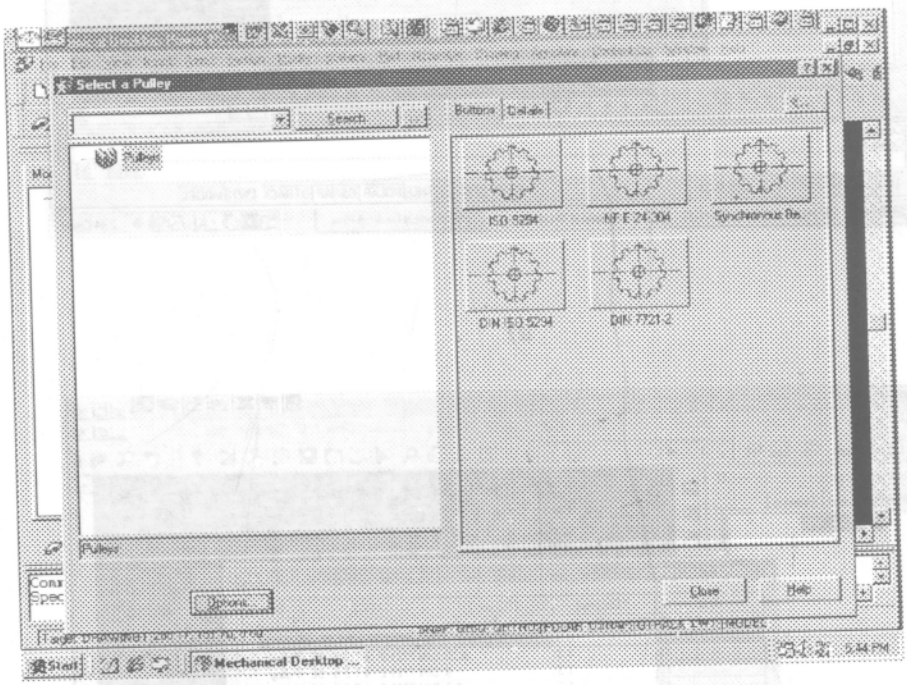
Chương 13

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN TRUYỀN ĐỘNG ĐAI

13.1. GIỚI THIỆU CÁC LOẠI DÂY ĐAI (hình 13.1)

Trong MDT 6 có tích hợp 10 loại đai và dây đai.

Mỗi loại bánh đai có thể là bánh đai trơn hoặc là bánh đai có số răng khác nhau tuỳ khoảng cách trục và điều kiện làm việc.



Hình 13.1. *Chọn tiêu chuẩn thiết kế bánh đai theo DIN*

13.2.GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN (hình 13.2 - 13.10)

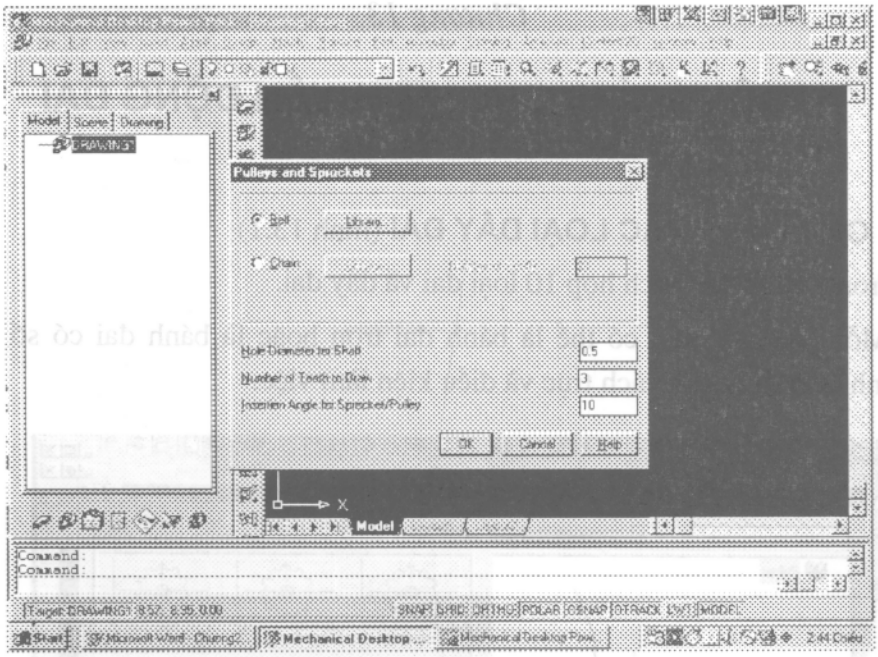
Bước1: chọn loại tiêu chuẩn thiết kế (TCTK) bánh đai;

Bước2: vẽ mặt cắt ngang bánh đai;

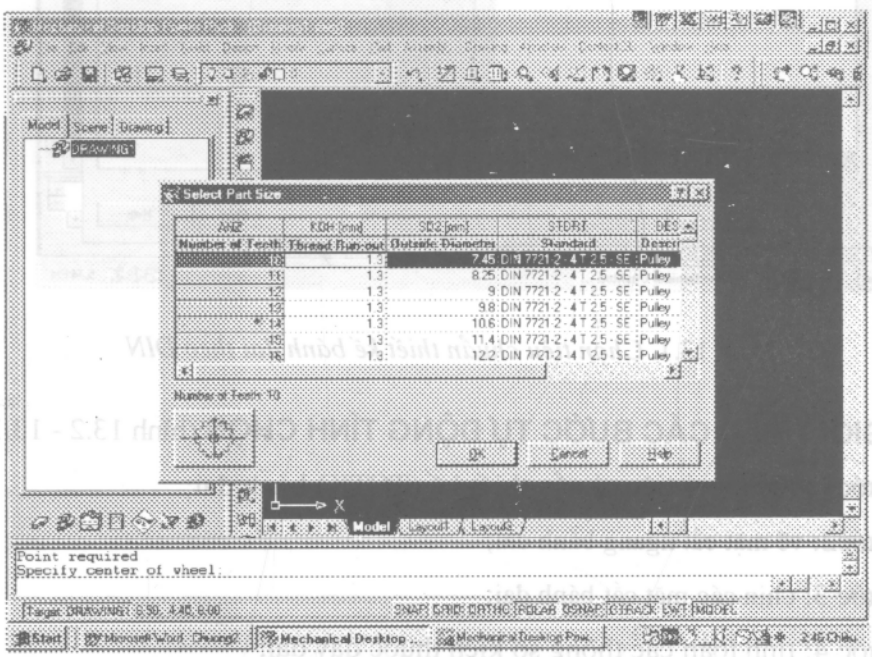
Bước 3: chịn các mặt cắt bánh đai;

Bước 4: tính toán các thông số kích thước dây đai;

Bước 5: in kết quả

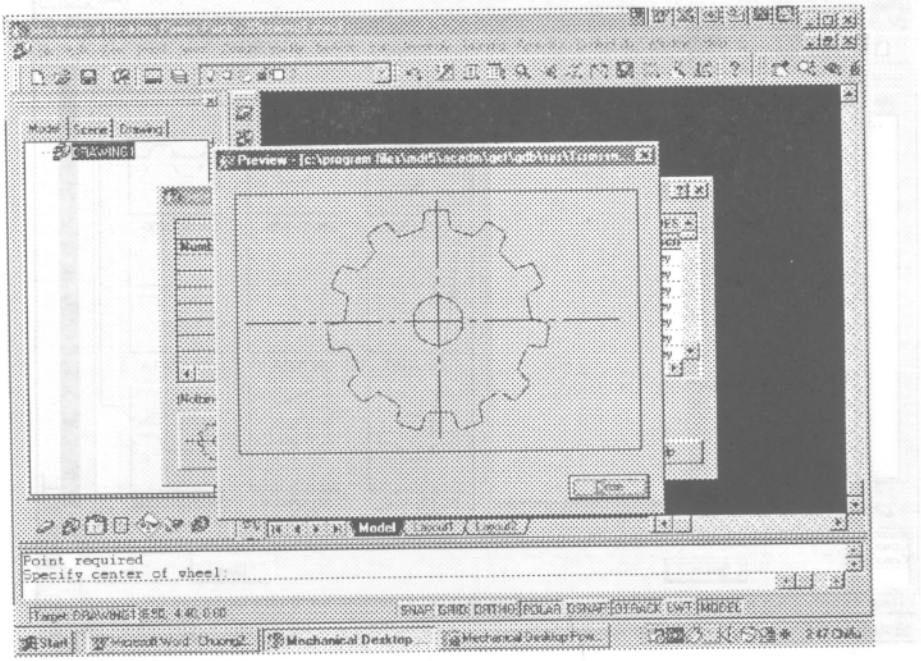


a)

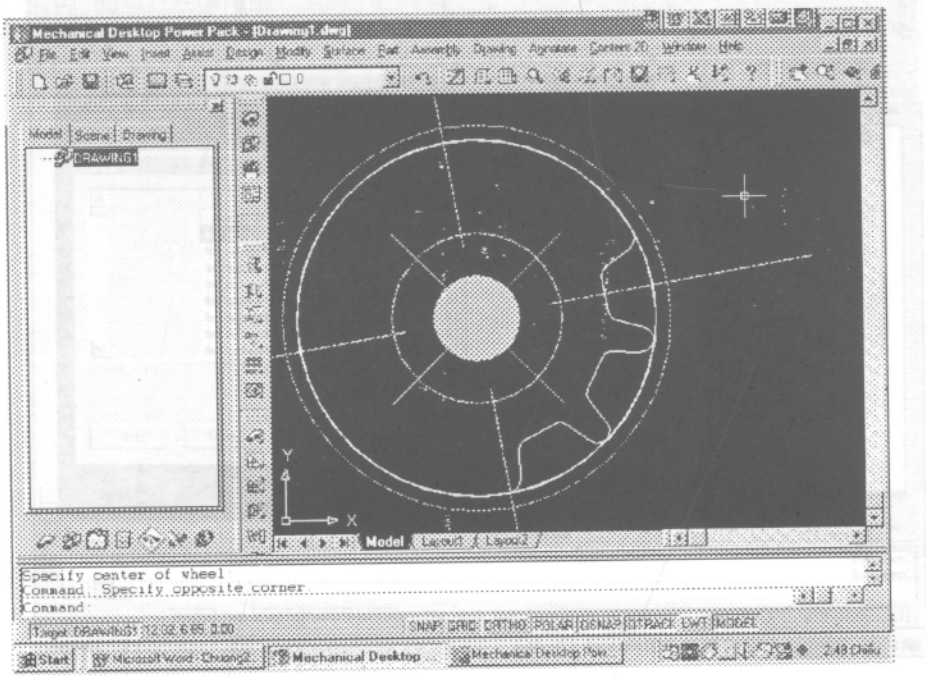


b)

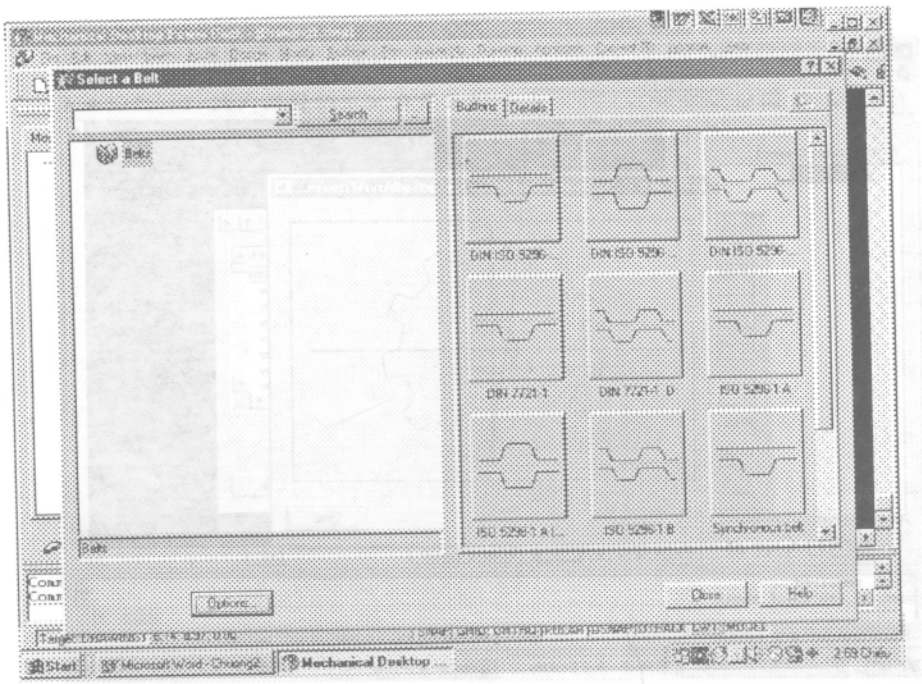
Hình 13.2. *Chọn loại TCTK bánh đai*



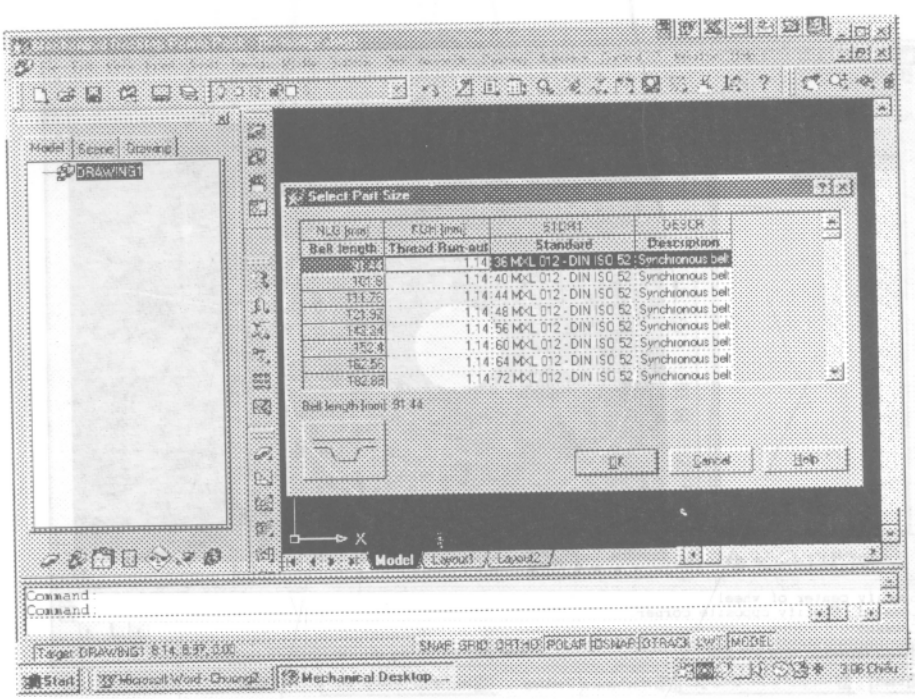
Hình 13.3. *Vẽ mặt cắt ngang bánh đai*



Hình 13.4. *Chọn các mặt cắt bánh đai*

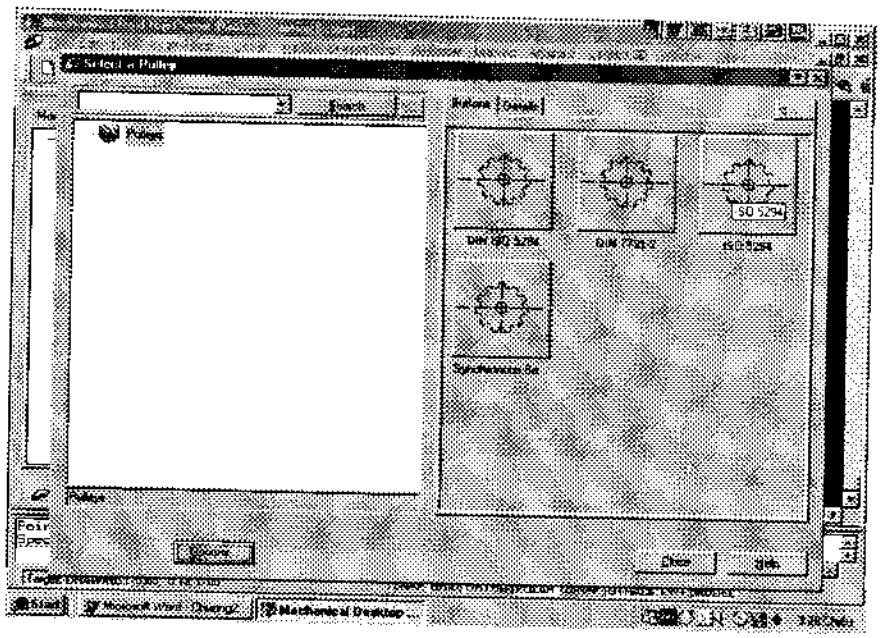


Hình 13.5. *Chọn các mặt cắt dây đai*

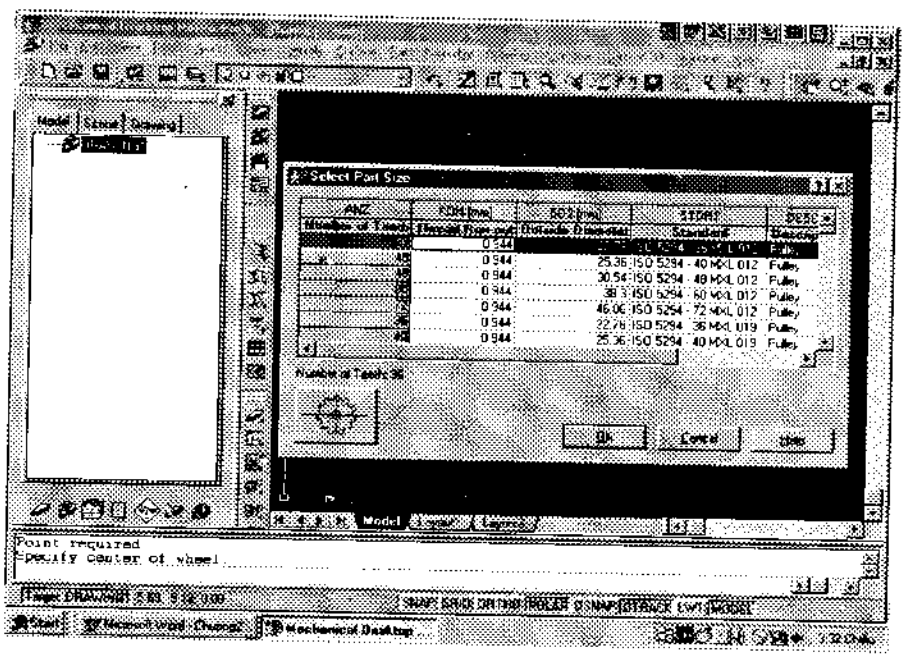


Hình 13.6. *Tính chọn các đặc trưng hình học của dây đai*

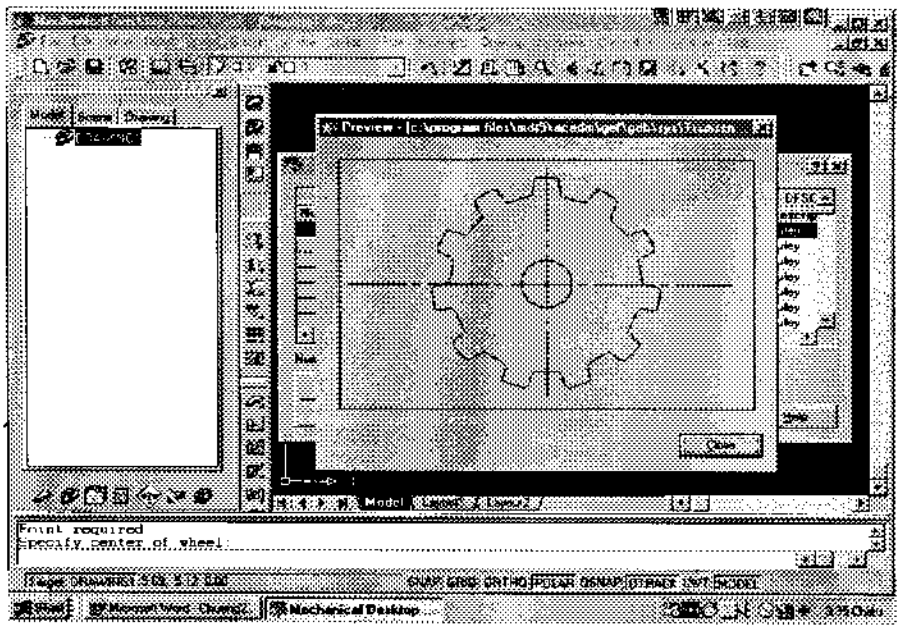
13.3. VÍ DỤ



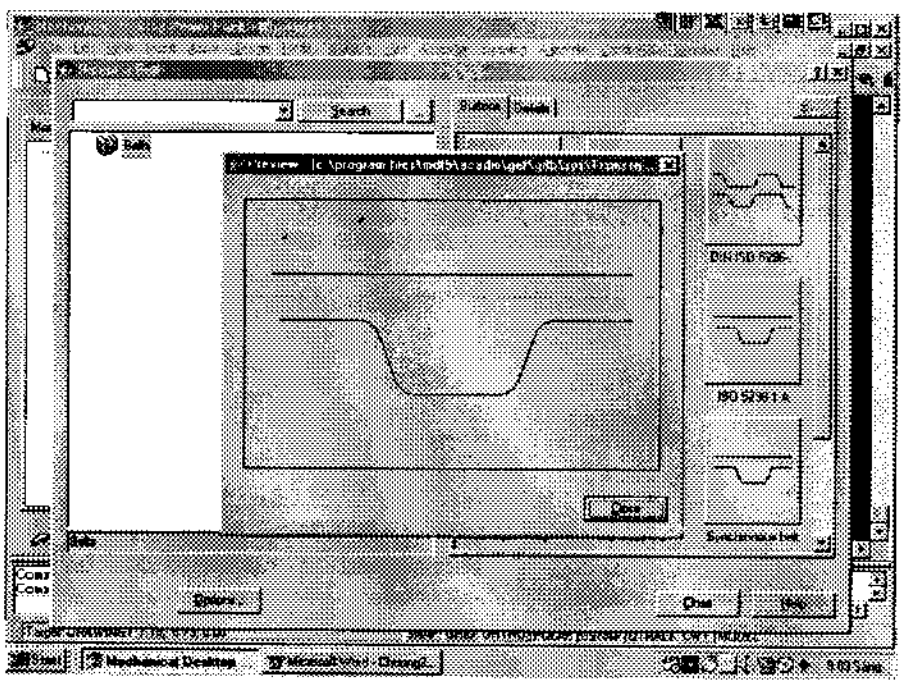
Hình 13.7. *Chọn tiêu chuẩn thiết kế (TCTK) ISO 5294*



Hình 13.8. *Chọn kích thước bánh đai: đường kính ngoài 22,78mm; số răng 36*



Hình 13.9. *Vẽ mặt cắt ngang bánh đai*



Hình 13.10. *Tính toán các thông số kích thước dây đai*

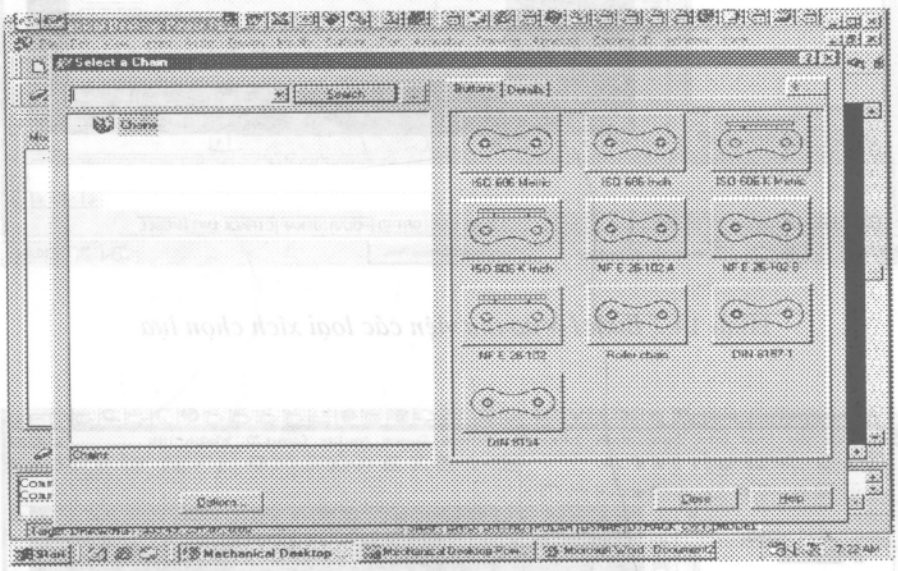
Chương 14

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN TRUYỀN ĐỘNG XÍCH

14.1.GIỚI THIỆU CÁC LOẠI XÍCH

Trong MDT 6 có tích hợp 7 loại xích theo TCTK ISO và DIN.

Mỗi loại xích lại chia thành xích một dẫy, xích hai dẫy.



Hình 14.1. *Các loại xích trong phần mềm MDT*

14.2.GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN

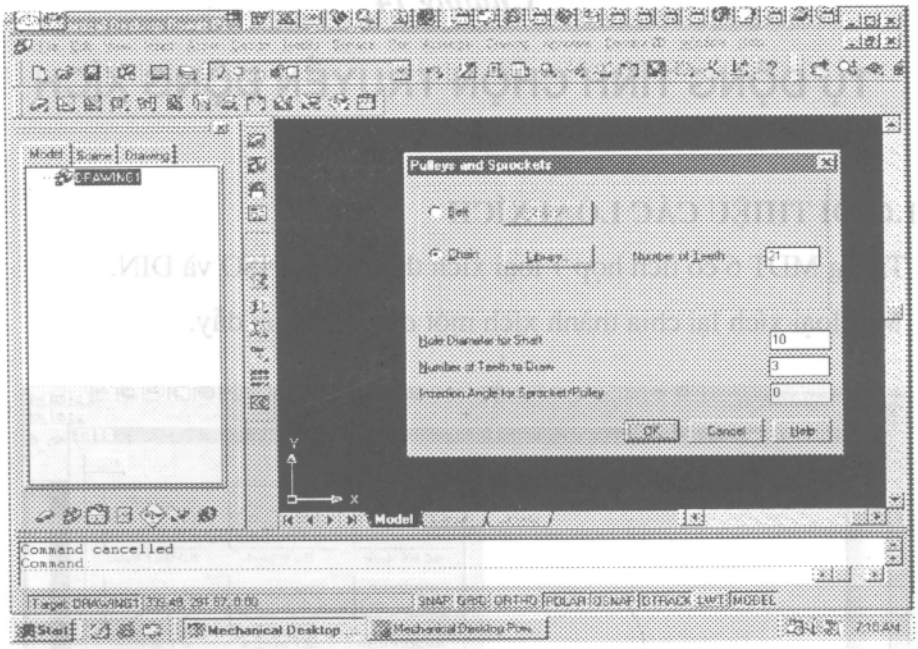
Bước 1: chọn loại xích (hình 14.2).

Bước 2: tính toán đĩa xích (hình 14.3).

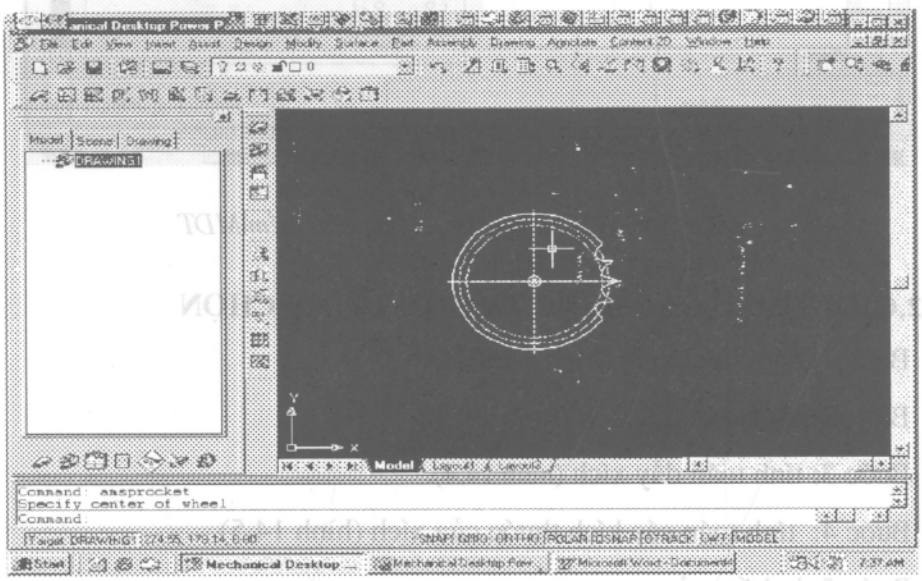
Bước 3: tính toán dẫy xích (hình 14.4).

Bước 4: tính toán các kích thước của xích (hình 14.5).

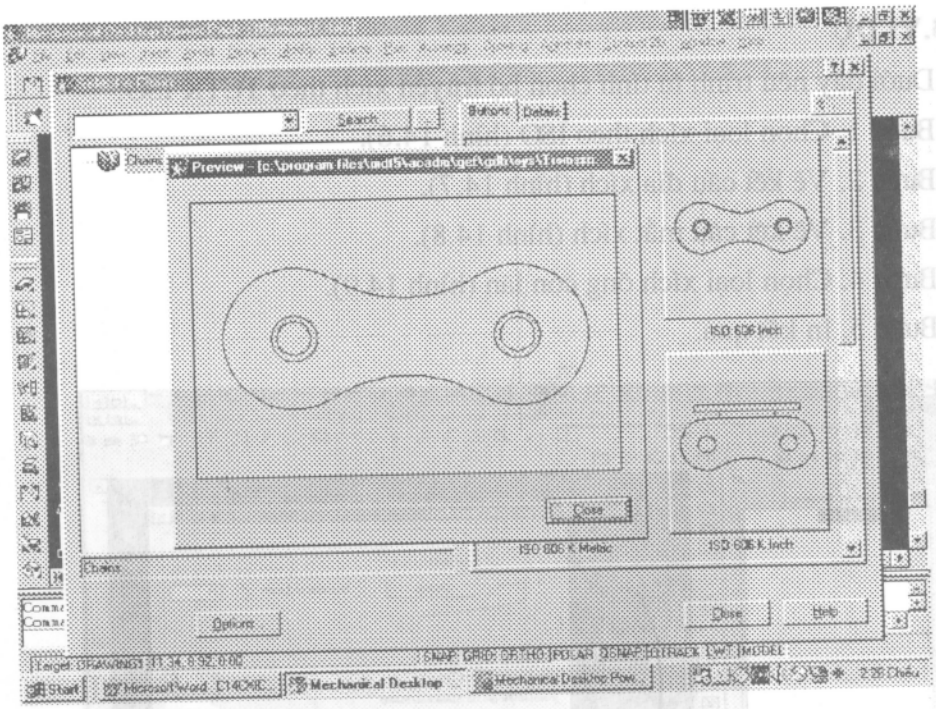
Bước 5: in kết quả.



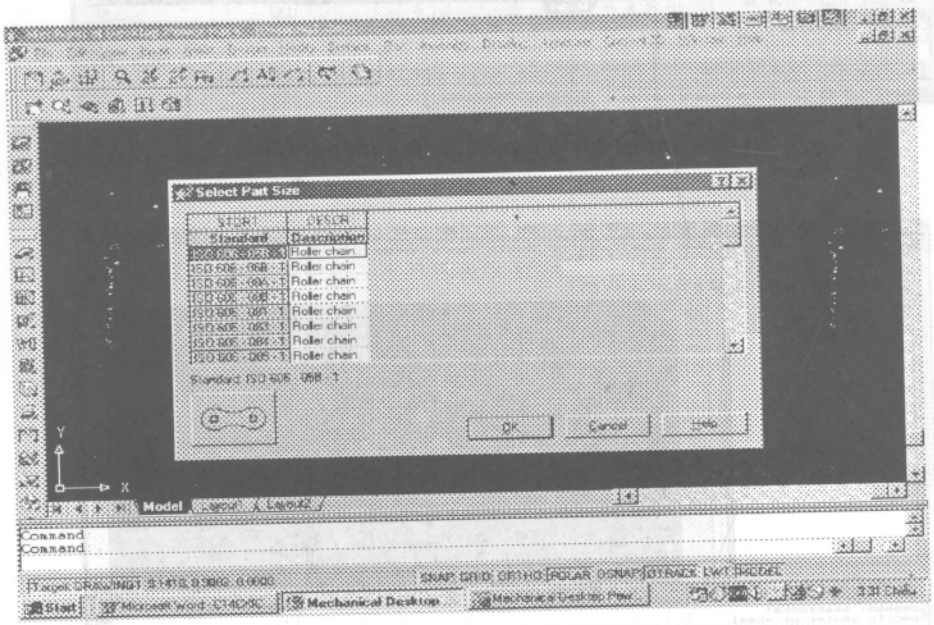
Hình 14.2 *Bước1-Vào thư viện các loại xích chọn lựa*



Hình 14.3. *Bước2-Tính toán và vẽ đĩa xích*



Hình 14.4. *Tính toán dây xích*



Hình 14.5. *Tính toán các kích thước của xích*

14.3. VÍ DỤ

Dưới đây nêu trình tự tính chọn bộ truyền xích theo TCTK ISO:

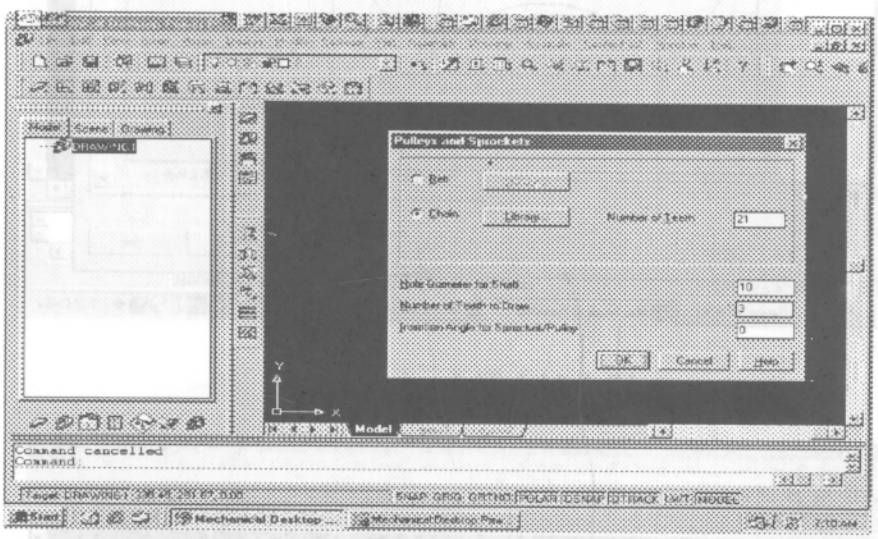
Bước 1. Chọn loại xích theo ISO (hình 14.6).

Bước 2. Vẽ kết cấu đĩa xích (hình 14.7).

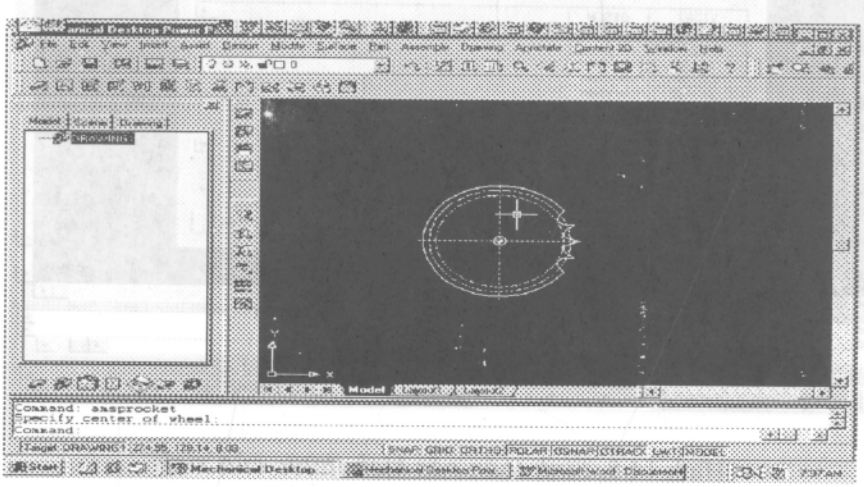
Bước 3. Vẽ kết cấu mắt xích (hình 14.8).

Bước 4. Chọn loại xích ống con lăn (hình 14.9).

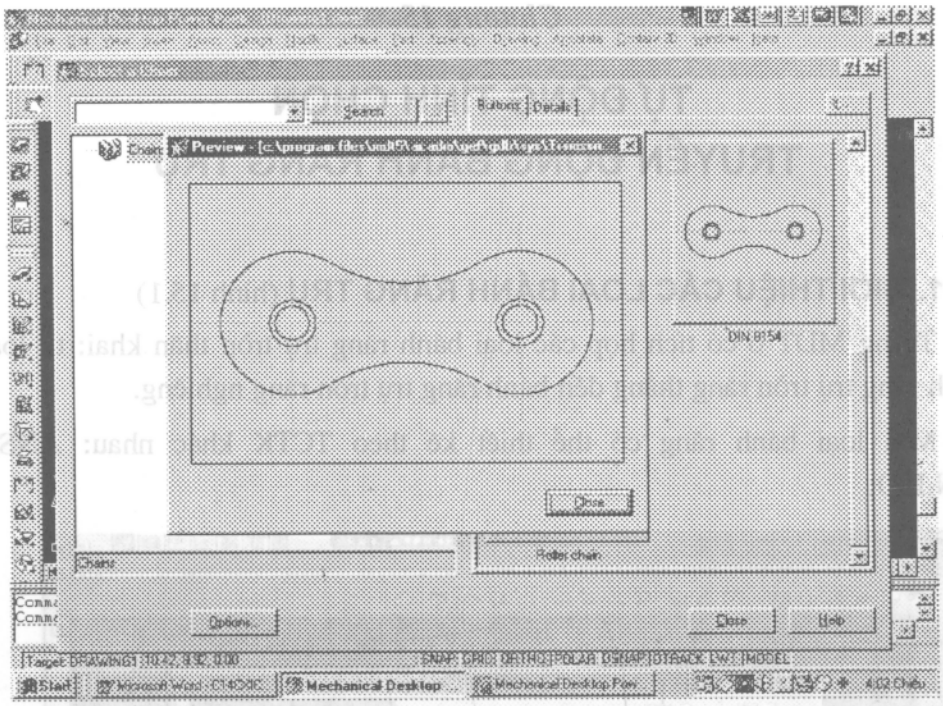
Bước 5. In kết quả.



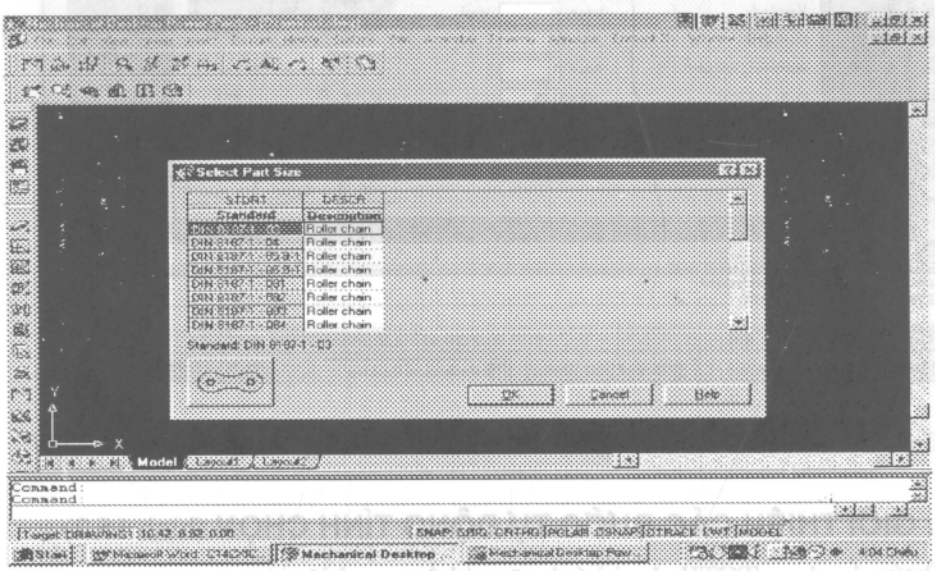
Hình 14.6. *Chọn loại xích theo ISO*



Hình 14.7. *Tính toán và vẽ đĩa xích*



Hình 14.8. *Vẽ kết cấu mắt xích*



Hình 14.9. *Chọn loại xích ống con lăn DIN 8187-1-03*

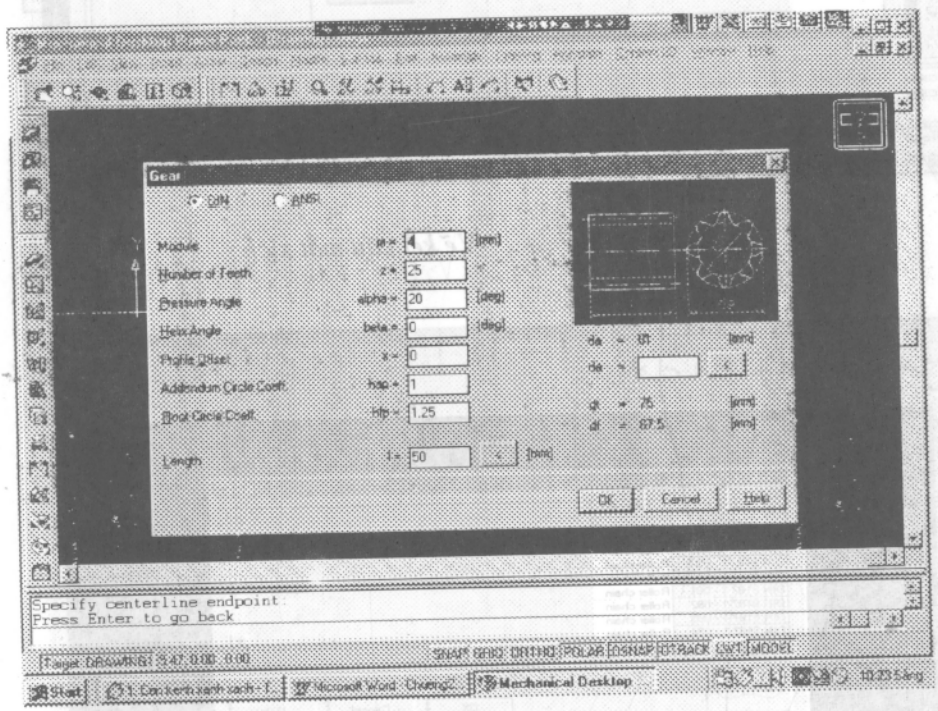
Chương 15

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG TRỤ

15.1. GIỚI THIỆU CÁC LOẠI BÁNH RĂNG TRỤ (hình 15.1)

Trong MDT 6 có tích hợp các loại bánh răng trụ tròn thân khai: từ loại bánh răng trụ tròn răng thẳng đến bánh răng trụ tròn răng nghiêng.

Mỗi loại bánh răng có thể thiết kế theo TCTK khác nhau: ANSI. DIN,ISO;



Hình 15.1. *Thiết kế bánh răng trục tròn thân khai răng thẳng theo TCTK DIN*

15.2. GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN (hình 15.2)

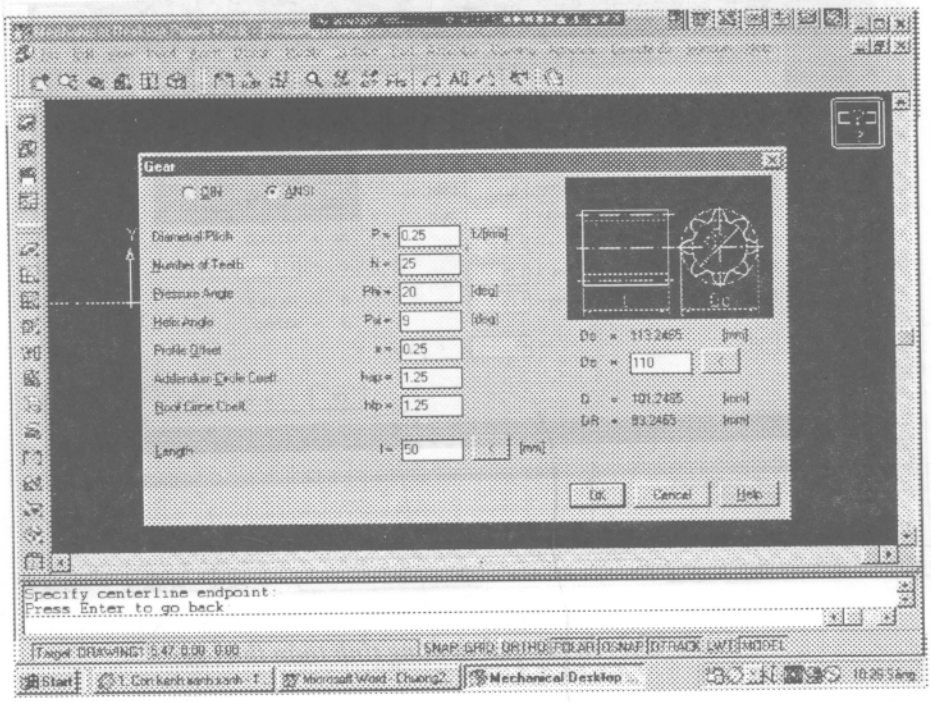
Bước 1: chọn TCTK; loại bánh răng(thẳng, nghiêng).

Bước 2: chọn môđun và đường số răng.

Bước 3: chọn hệ số dịch dao.

Bước 4: chọn chiều cao đỉnh răng, chiều cao chân răng.

Bước 5: in kết quả tính toán thiết kế.



Hình 15.2. *Thiết kế bánh răng trụ tròn thân khai răng nghiêng theo TCTK ANSI*

15.3. VÍ DỤ

Hãy tự động tính toán thiết kế một bánh răng nghiêng, góc nghiêng của răng trên vòng chia là 9^0; nghiêng phải; môđun *m=4mm;* số răng z = 25 răng; góc ăn khớp $\alpha = 20^0$; hệ số dịch chỉnh x=0,25; hệ số chiều cao đỉnh răng và hệ số chiều cao chân răng đều bằng 1,25.

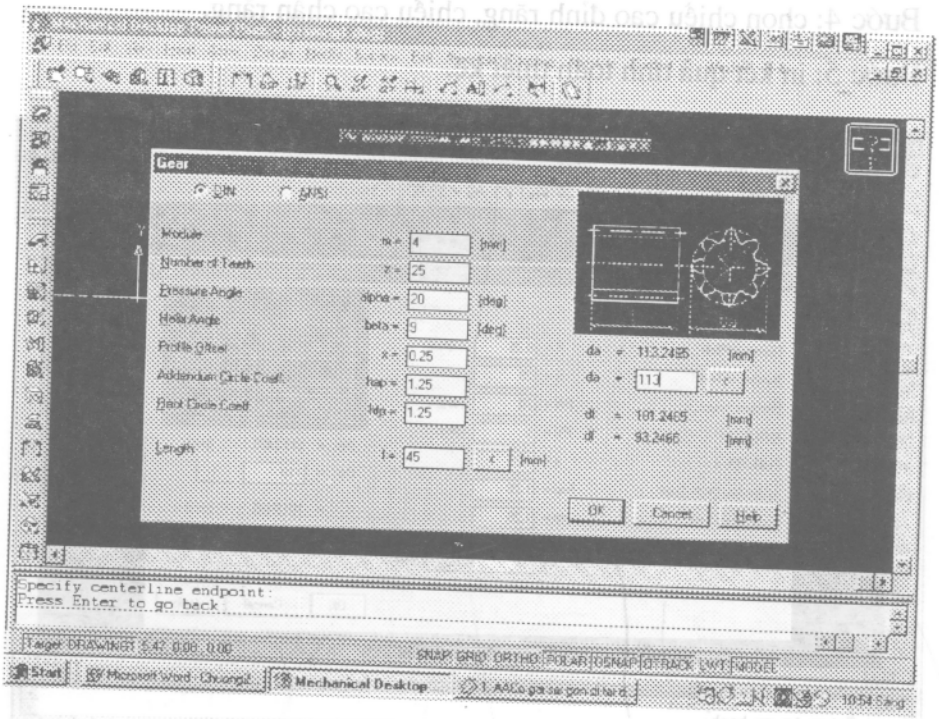
Bước 1: chọn TCTK theo DIN; loại bánh răng nghiêng.

Bước 2: chọn môđun *m=4mm;* số răng *z=25*.

Bước 3: chọn hệ số dịch dao: x=+0,25;$\alpha = 20^0$.

Bước 4: chọn chiều cao đỉnh răng, chiều cao chân răng đều bằng 1.25; chiều dài bánh răng: *l=45mm*.

Bước 5: In kết quả tính toán thiết kế, (hình 15.3).



Hình 15.3. *In kết quả tự động tính toán thiết kế.*

Các thông số hình học:

Đường kính đỉnh răng: d_a = 113 mm;

Đường kính vòng chia: d_t = 101,2465 mm;

Đường kính vòng chân: d_f = 93,2465 mm;

Chiều cao răng: h = 2,5x4 =10 mm;

Góc nghiêng của răng trên vòng chia :$\beta = 9^0$;

Chiều dài (rộng B) của bánh răng ; l= 45 mm;

Hướng răng: xoắn phải;

Các thông số chế tạo:

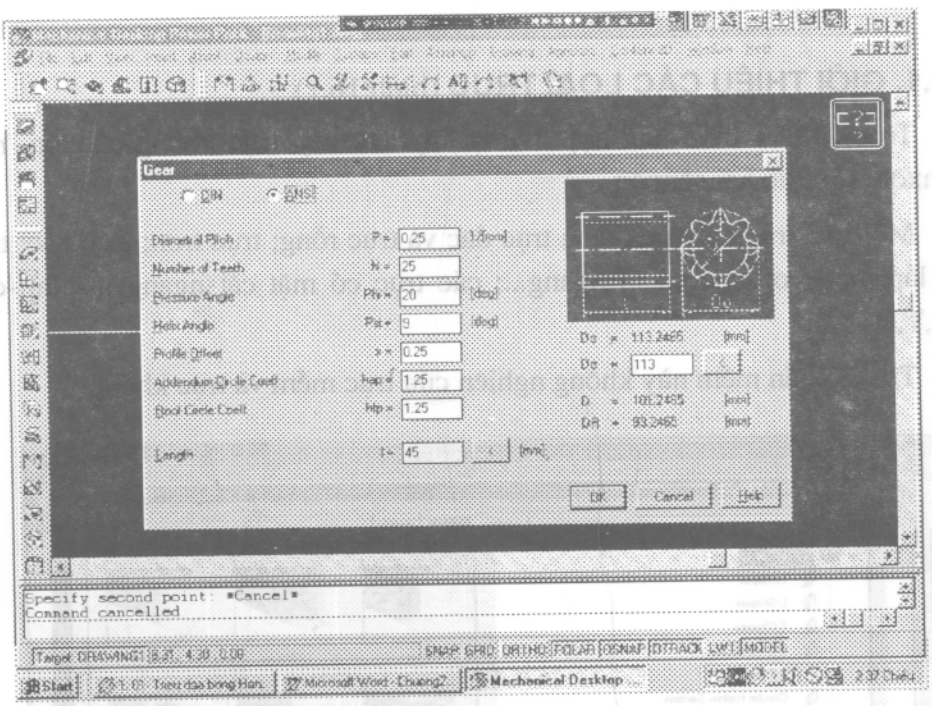
Môđun m = 4mm;

Số răng z = 25;

Góc ăn khớp trong mặt pháp :$\alpha = 20^0$;

Hệ số dịch dao : x = 0.25.

Ghi chú: Nếu chọn TCTK ANSI, kết quả tự động tính toán thiết kế bánh răng được in ra như trên hình 15.4:



Hình 15.4. *Kết quả tự động tính toán thiết kế theo TCTK ANSI.*

Chương 16

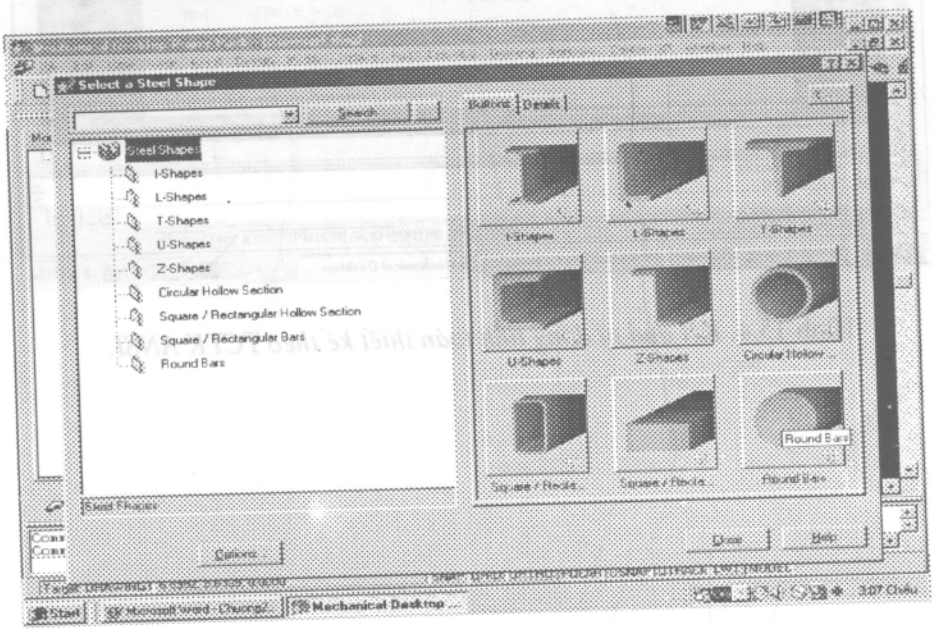
TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN TRỤC

16.1. GIỚI THIỆU CÁC LOẠI TRỤC (hình 16.1)

Trong MDT 6 có tích hợp 3 loại trục: từ loại trục không cônxôn, một cônxôn, tới trục hai cônxôn.

Mỗi loại trục lại chia thành trục đặc và trục rỗng; trục trơn; trục bậc; trục có lắp moay ơ; trục có lỗ ngang...; các trục có mặt cắt ngang là hình chữ I,L,T,U,...

Trong phần mềm này không nghiên cứu trục mềm và trục khuỷu.



Hình 16.1. *Các loại mặt cắt ngang của trục*

16.2. GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN (hình 16.2-16.7)

Bước 1: chọn TCTK, chọn loại trục;chọn vật liệu.

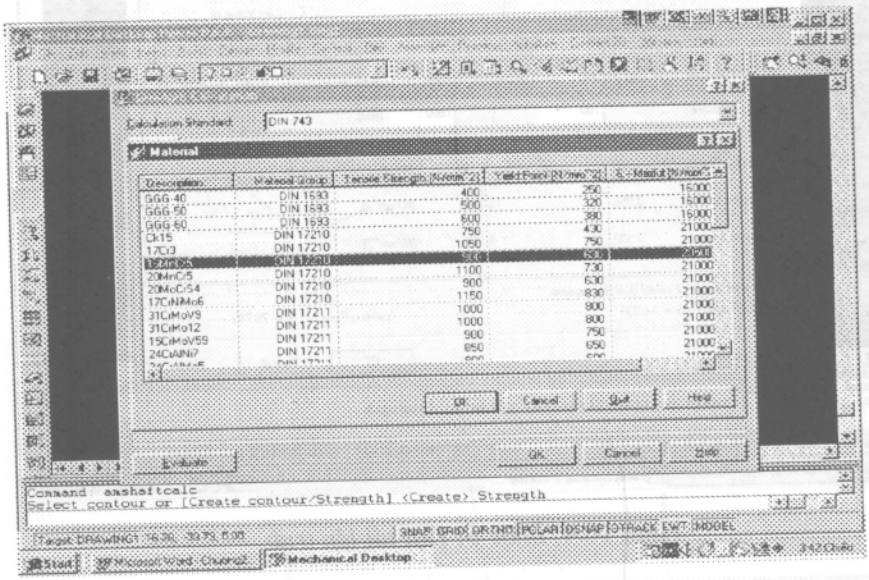
Bước 2: chọn kết cấu trục.

Bước 3: đặt tải trọng lên trục.

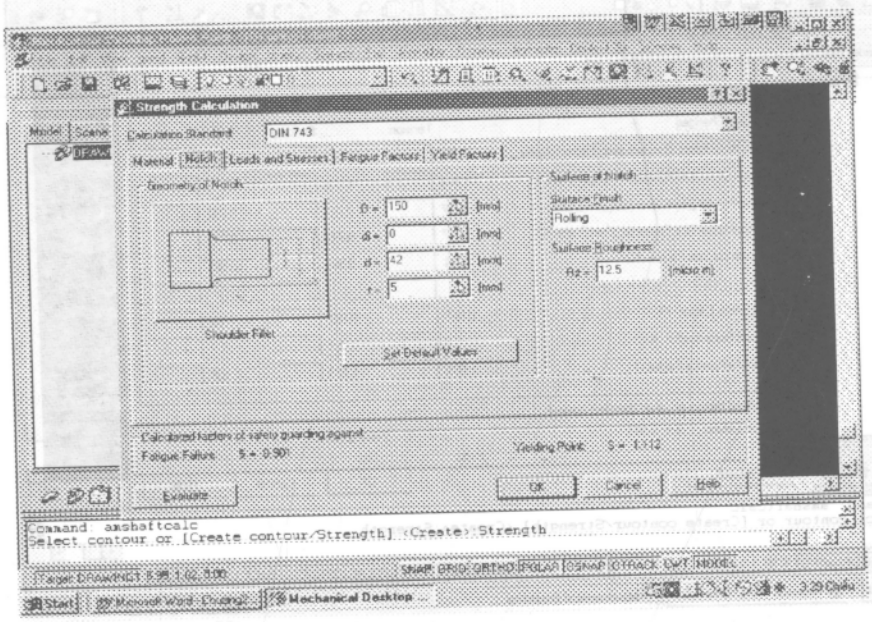
Bước 4: xác định các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền mỏi.

Bước 5: dác định các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền chảy.

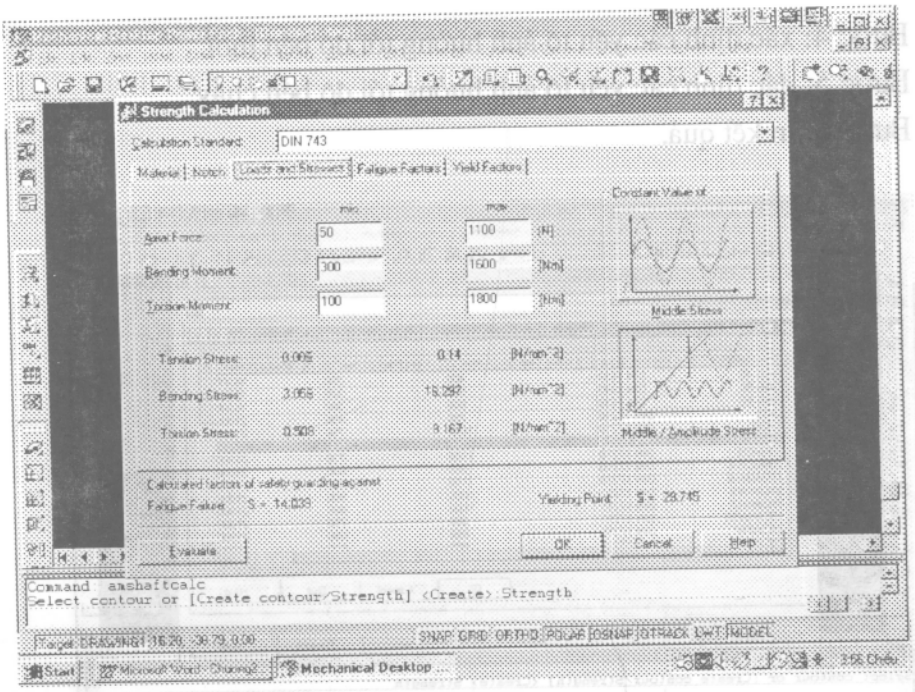
Bước 6: in kết quả.



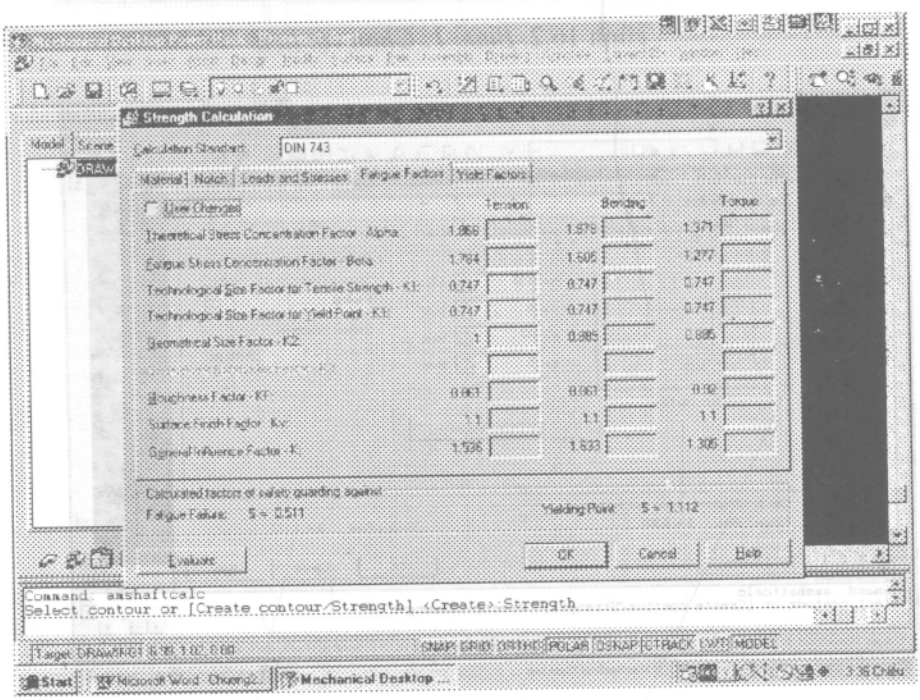
Hình 16.2. *Bước 1: Chọn vật liệu*



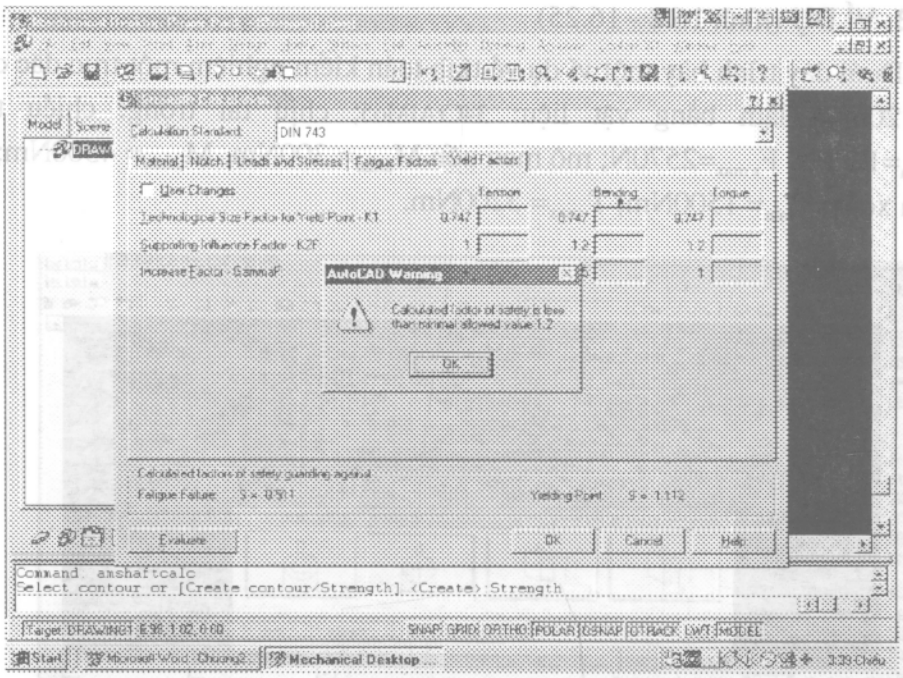
Hình 16.3. *Bước 2: Chọn kết cấu trục*



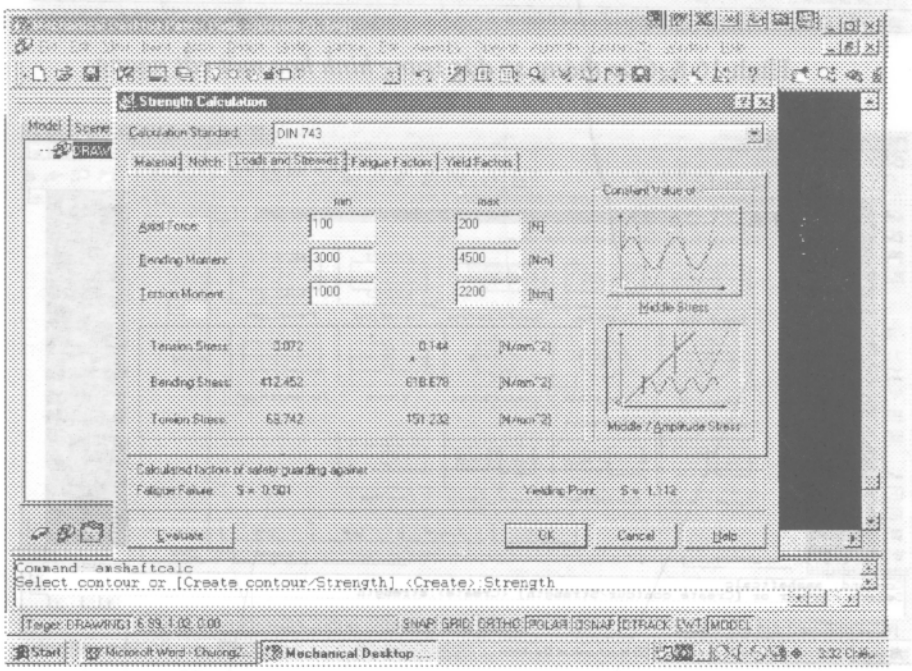
Hình 16.4. *Bước 3: Đặt tải lên trục*



Hình 16.5. *Bước4: Xác định các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền mỏi*



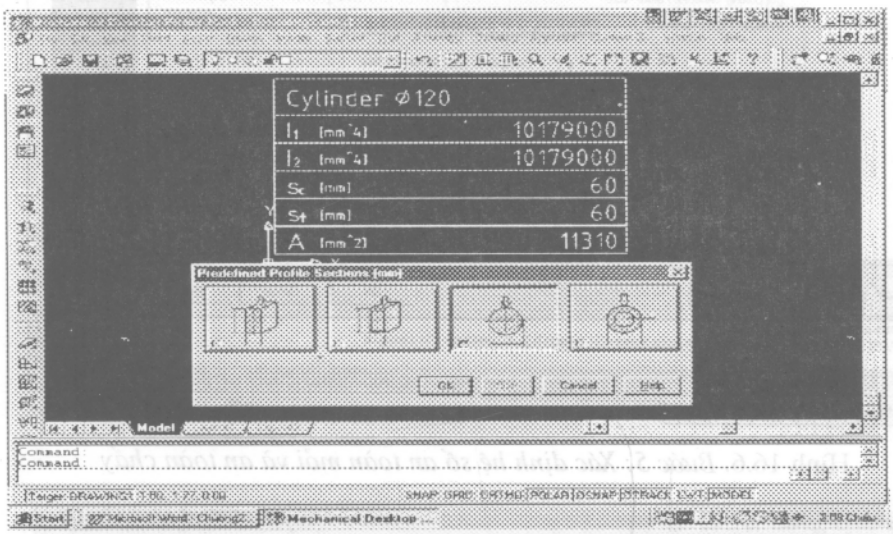
Hình 16.6. *Bước 5: Xác định hệ số an toàn mỏi và an toàn chảy*



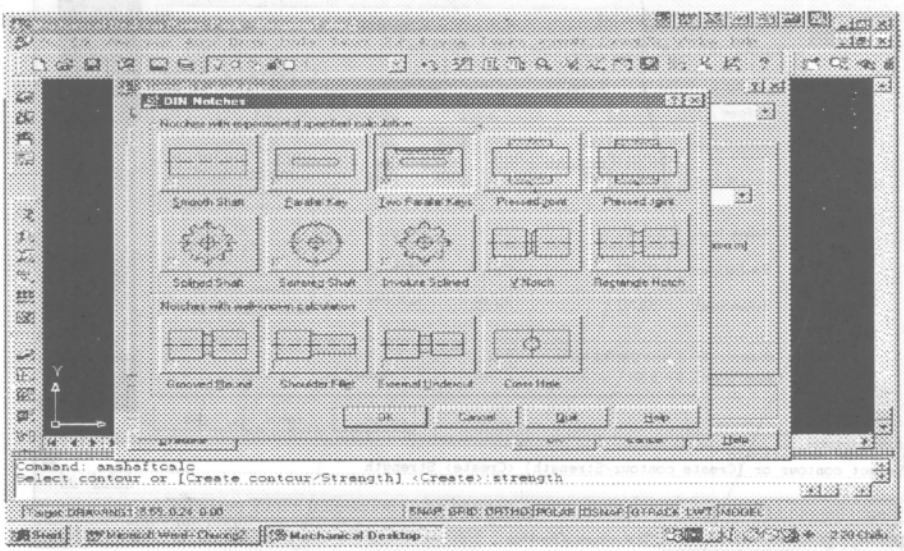
Hình 16.7. *Bước 6: In kết quả*

16.3. VÍ DỤ (hình 16.8 - 16.25)

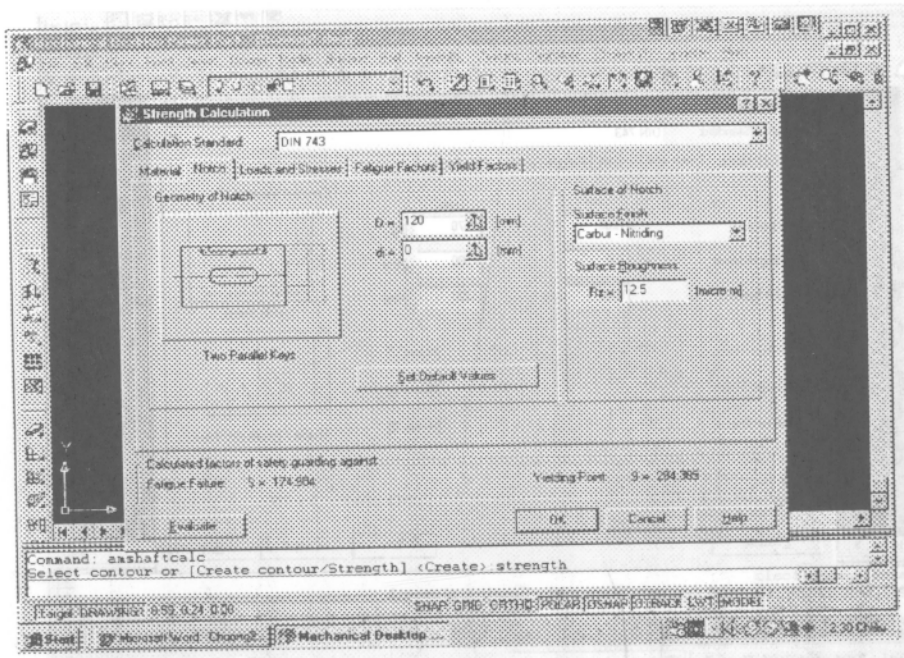
Dưới đây trình bày một ví dụ về tính toán kiểm nghiệm một trục đặc có D = 120mm; làm bằng vật liệu: 34CrAlMo5; chịu tải trọng: chiều trục: F_{amin}=1200N, $F_{a\,max}$=2570N; mô men uốn M_{umin}= 300Nm, M_{umax}= 4500Nm; mô men xoắn: T_{min}= 1500Nm, T_{max}= 3200Nm.



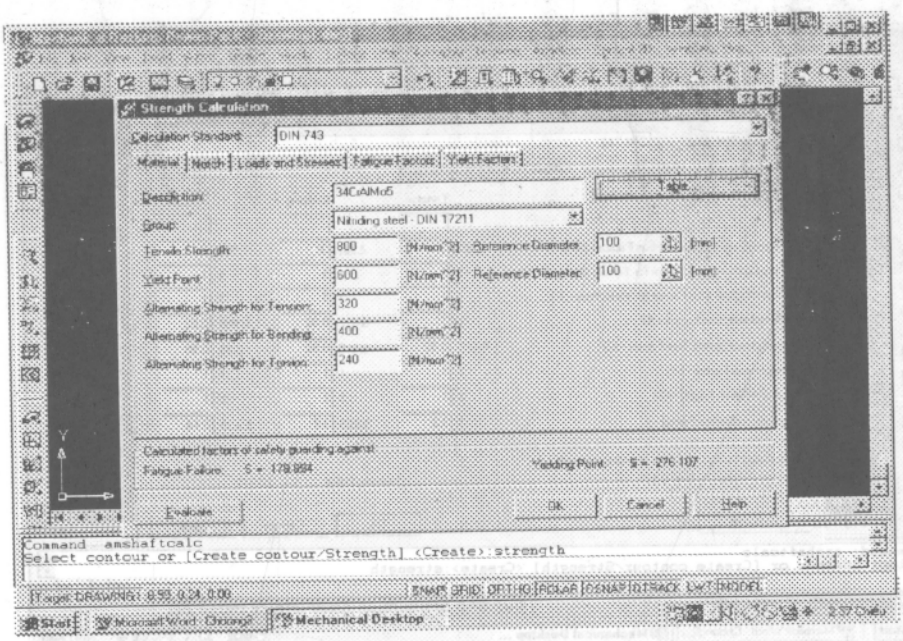
Hình 16.8. *Các thông số đặc trưng hình học mặt cắt ngang*



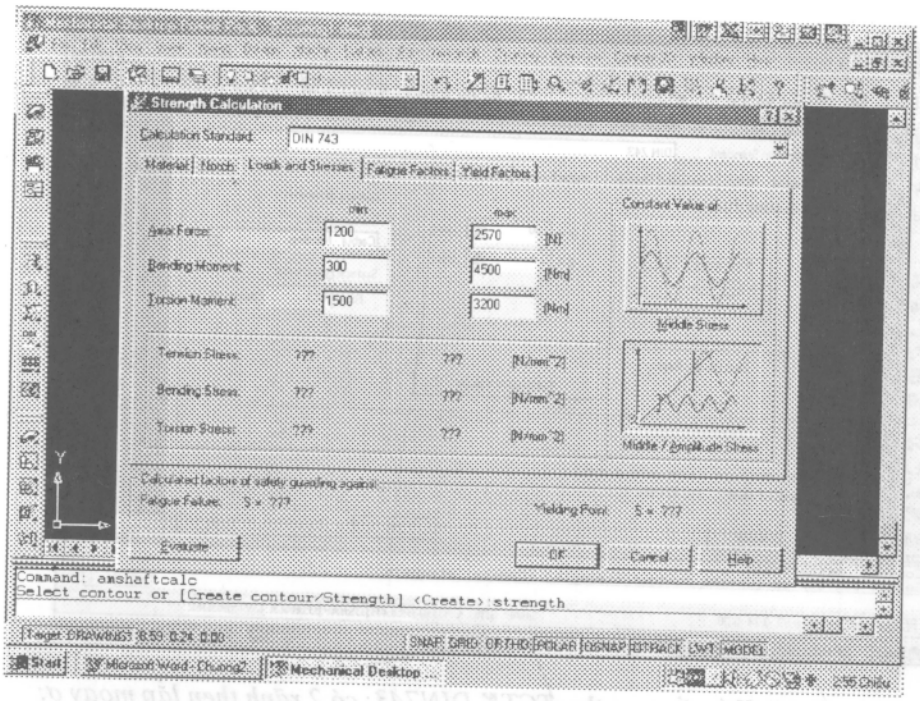
Hình 16.9. *Bước1: Chọn TCTK:ISO; trục lắp moay ơ; 2 rãnh then*



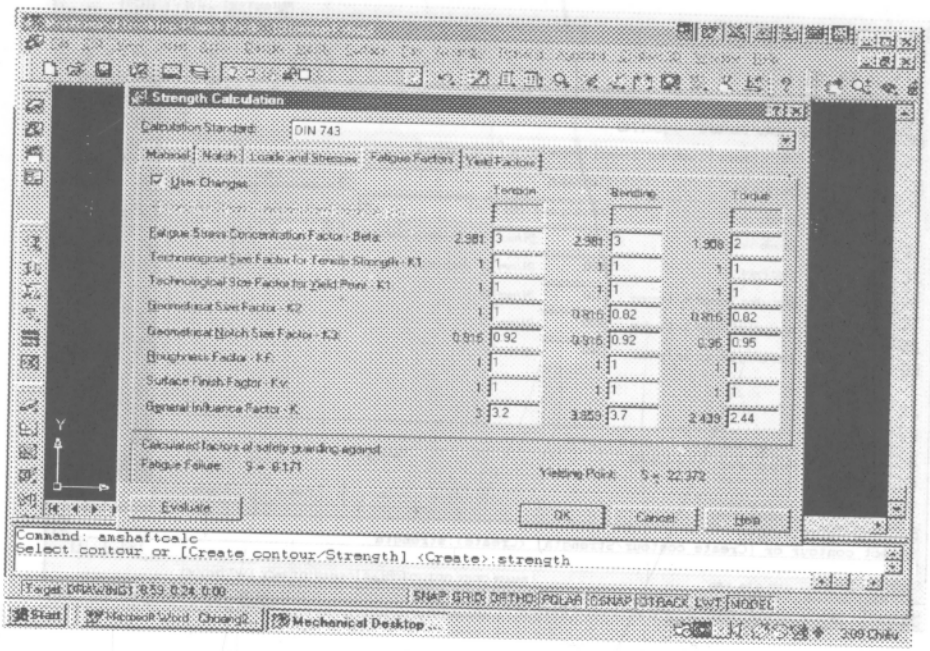
Hình 16.10. *Kết cấu trục theoTCTK DIN743; có 2 rãnh then lắp moay ơ; bề mặt thấm cacbon-nitơ;độ nhám R_z=12.5.*



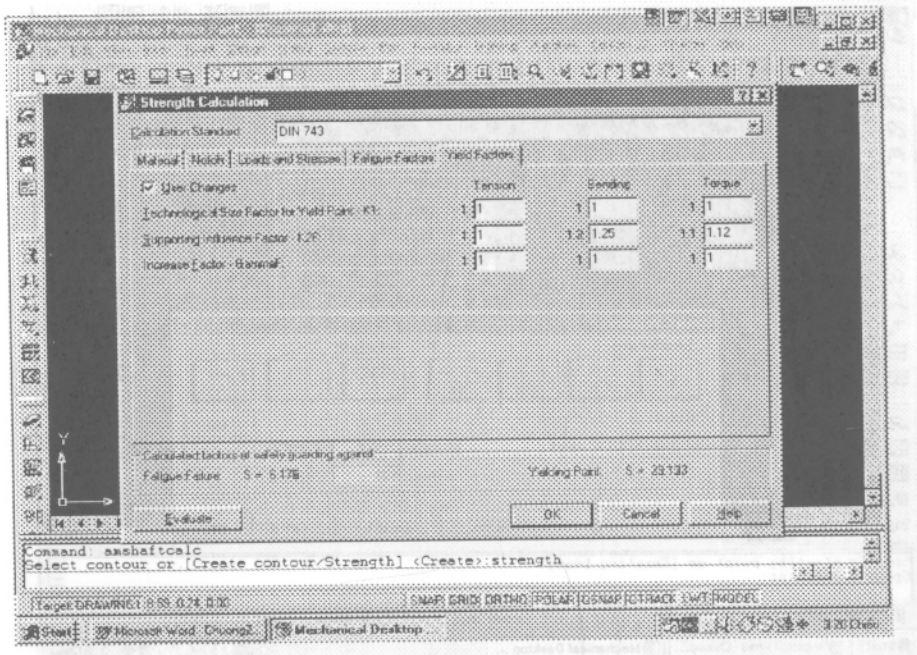
Hình 16.11. *Bước 2: Chọn vật liệu34CrAlMo5 nhóm thép nitơ hoá theo DIN17221*



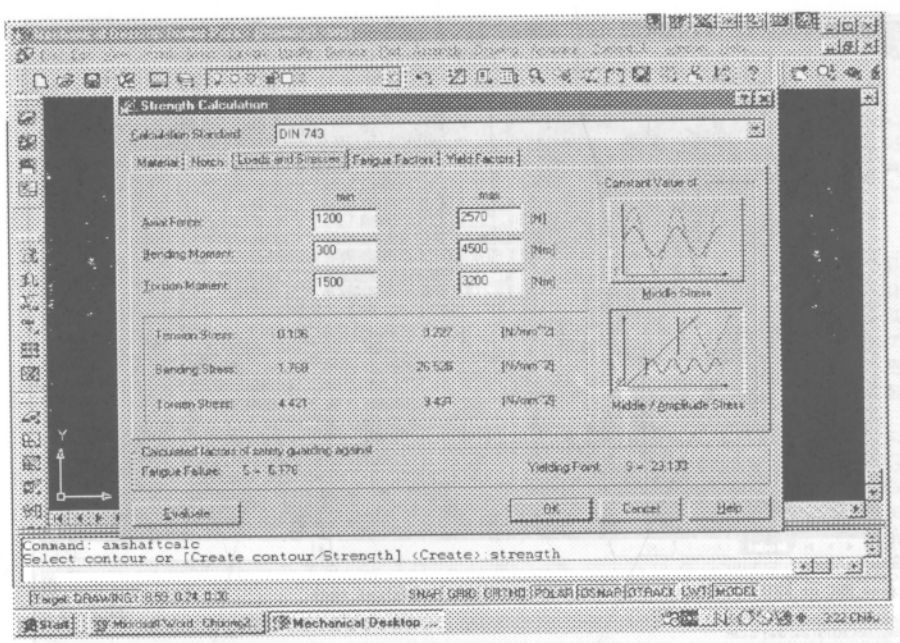
Hình 16.12. *Bước 3: Đặt các lực và mômen lực tác dụng lên trục*



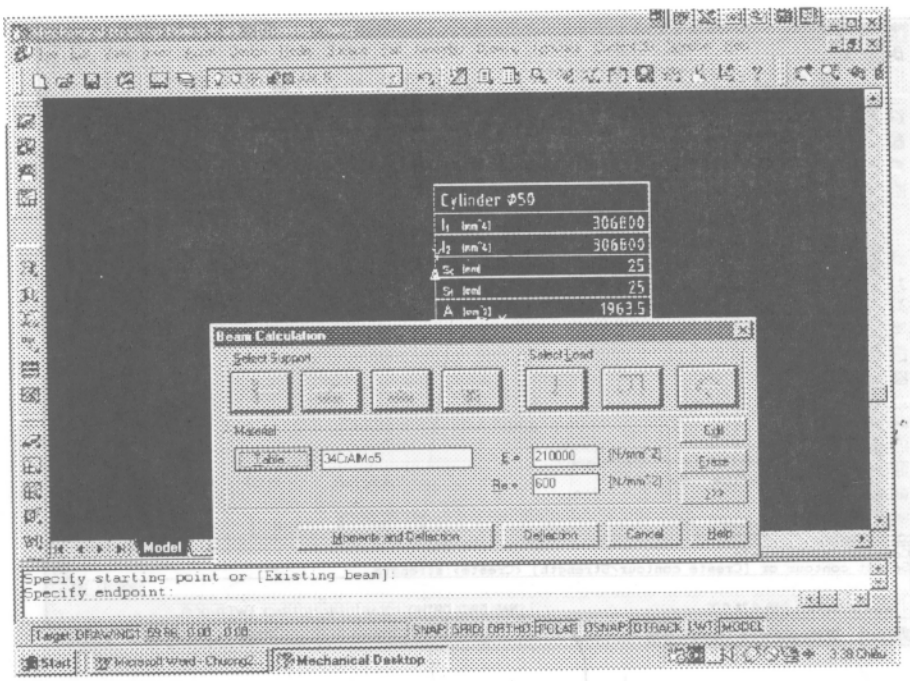
Hình 16.13. *Bước 4: Xác định các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền mỏi*



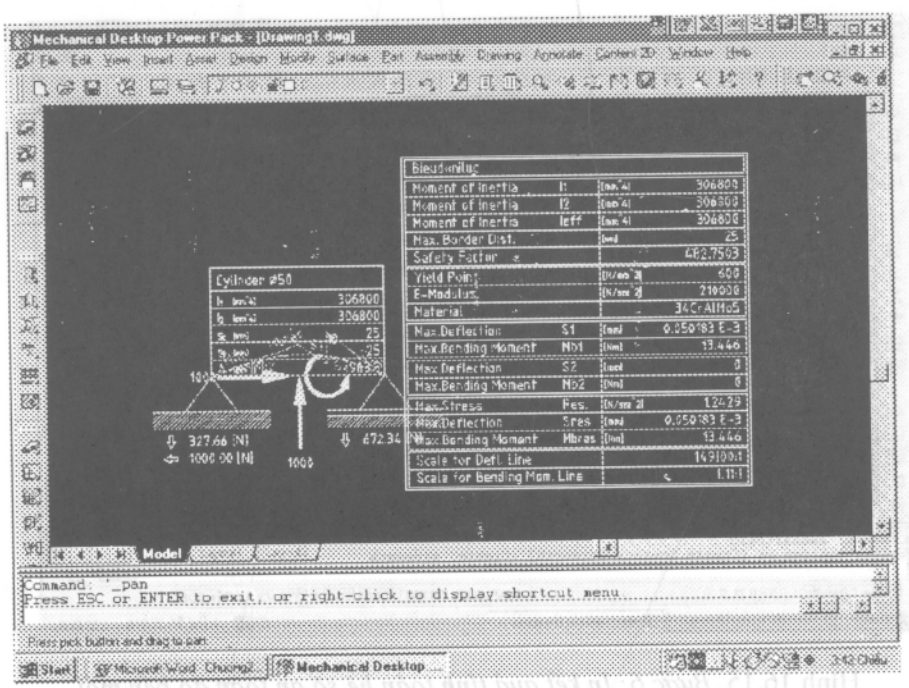
Hình 16.14. *Bước 5: Xác định các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền chảy*



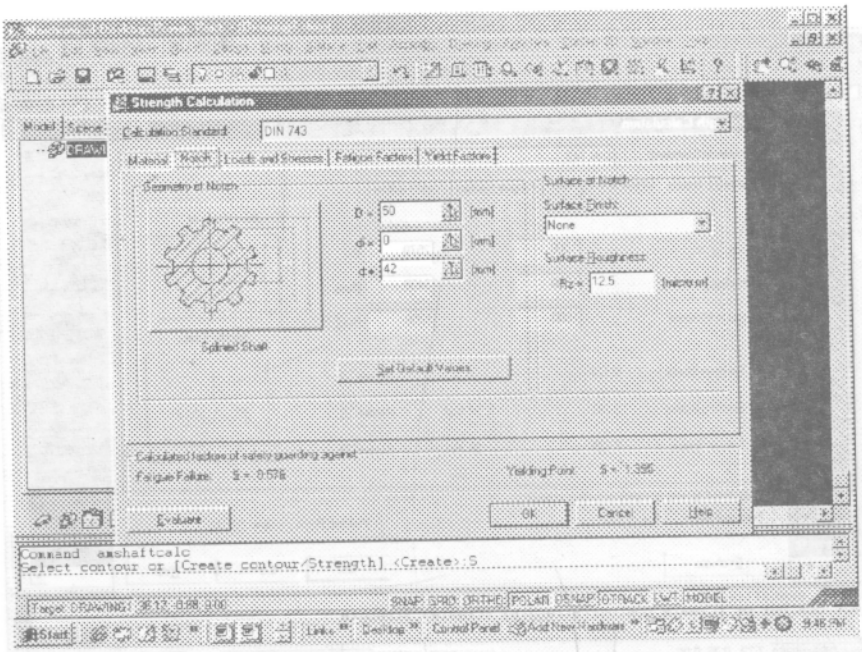
Hình 16.15. *Bước 6: In kết quả tính toán hệ số an toàn độ bền mỏi và hệ số an toàn độ bền chảy*



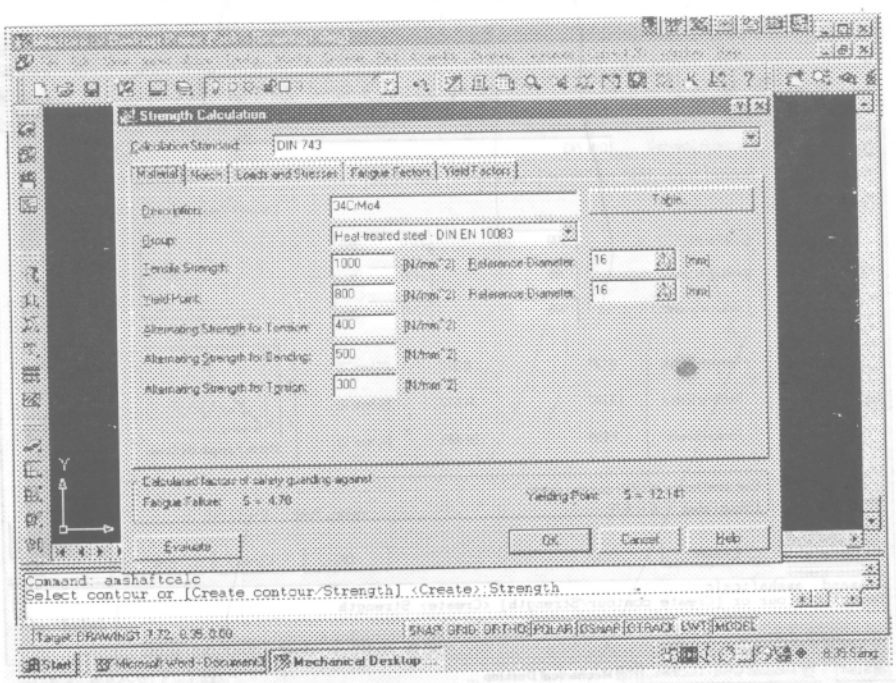
Hình 16.16. *Bước 7:Tính biến dạng của trục*



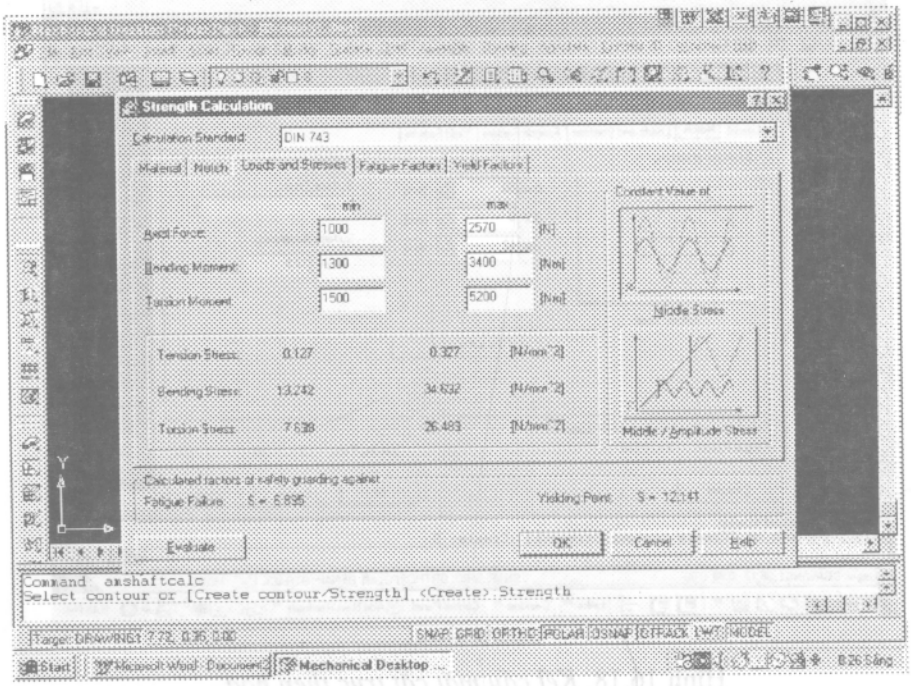
Hình 16.17. *Bước 8: Tính biến dạng của trục*



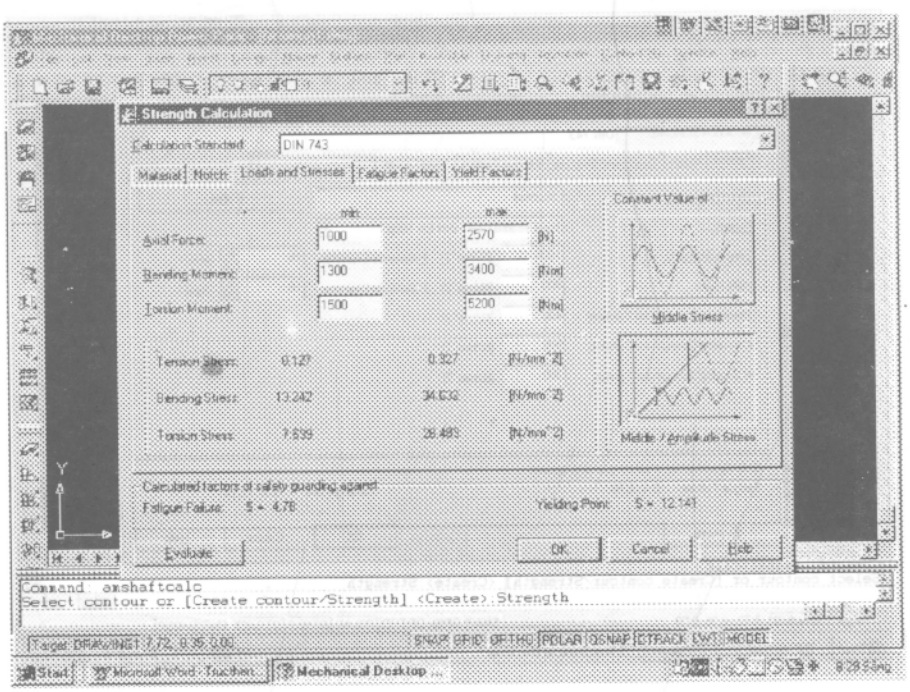
Hình 16.18. *Kết cấu mặt cắt trục then hoa*



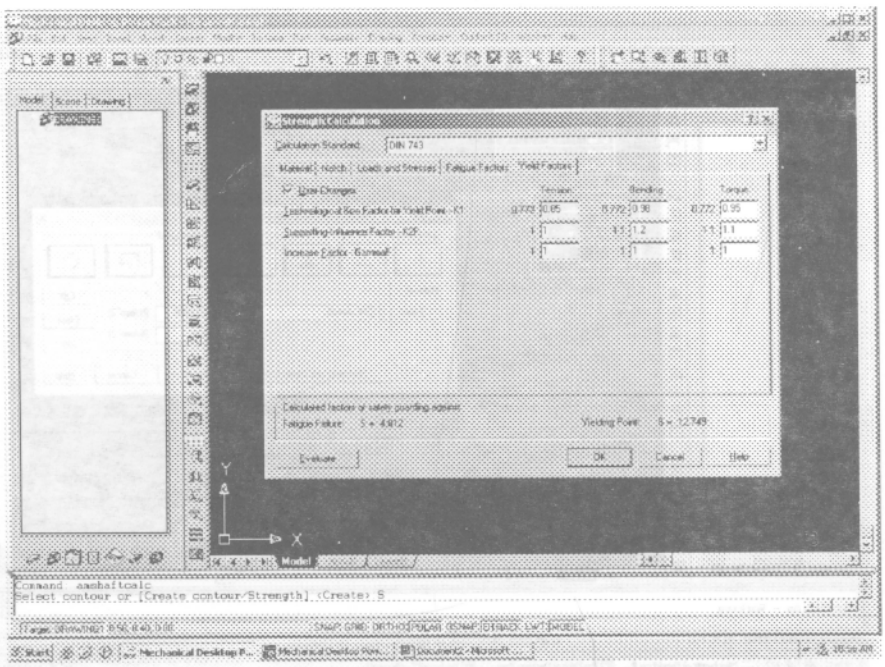
Hình 16.19. *Chọn vật liệu làm trục*



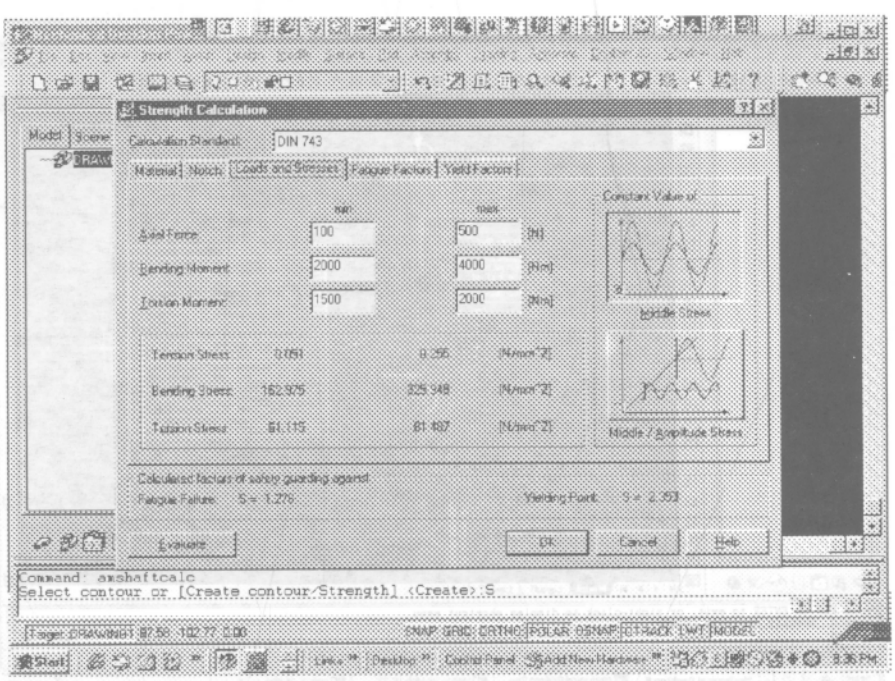
Hình 16.20. *Ảnh hưởng của ứng suất trung bình tới độ bền mỏi*



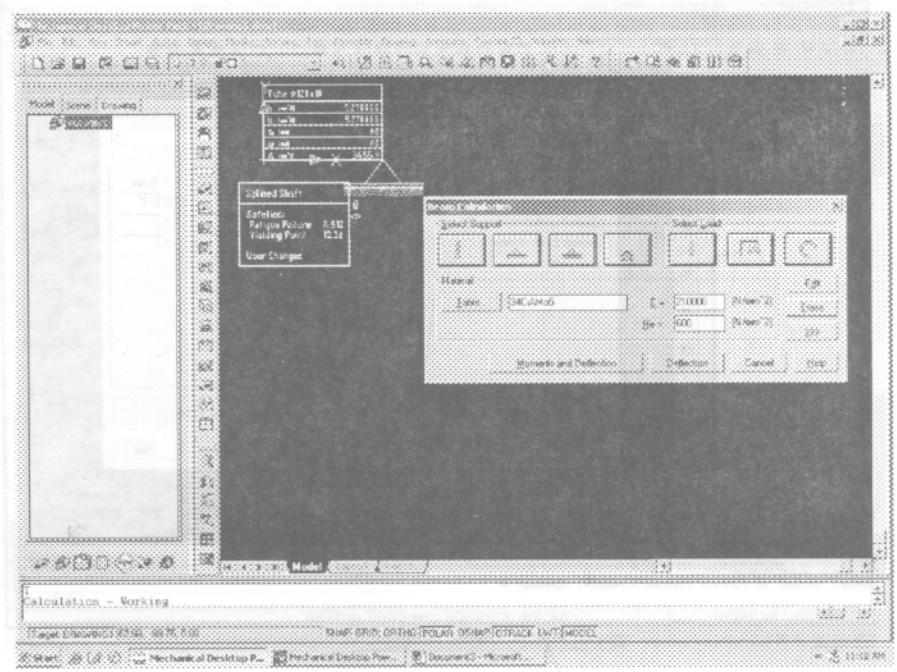
Hình 16.21. *Ảnh hưởng của ứng suất trung bình và ứng suất biên độ tới độ bền mỏi*



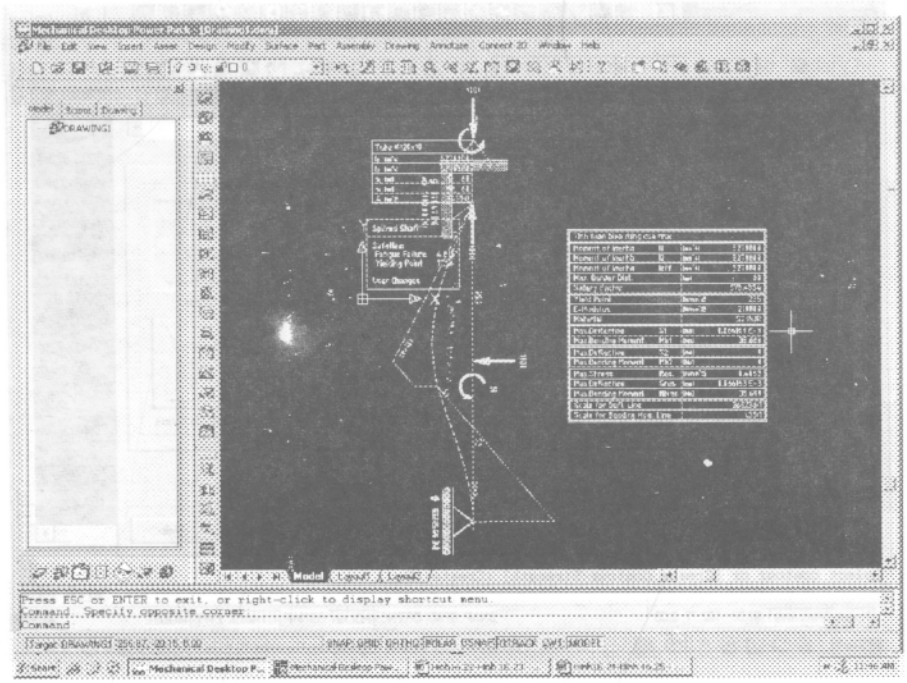
Hình 16.22. *Xác định các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền chẩy*



Hình 16.23. *In kết quả tính toán hệ số an toàn độ bền mỏi và hệ số an toàn độ bền chẩy.*



Hình 16.24. *Tính biến dạng trục*



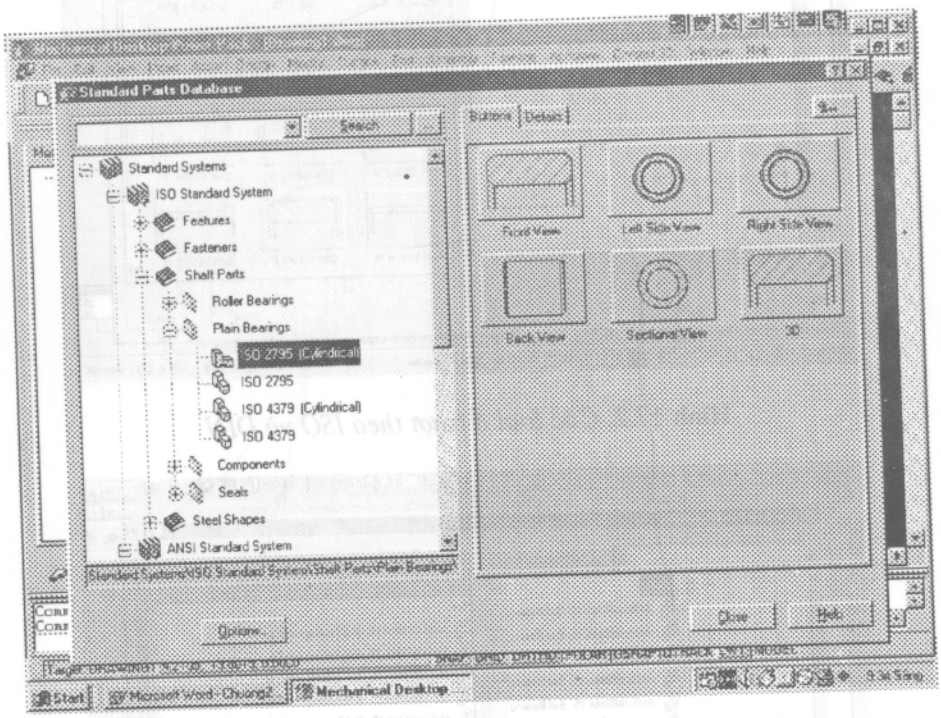
Hình 16.25. *Kết quả tính toán biến dạng của trục*

Chương 17

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN Ổ TRƯỢT

17.1. GIỚI THIỆU CÁC LOẠI Ổ TRƯỢT

Trong MDT 6 có giới thiệu 3 loại tiêu chuẩn để thiết kế ổ trượt: ISO (hình 17.1); ANSI và DIN.



Hình 17.1. *Thiết kế ổ trượt theo TCTK ISO*

17.2. GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN

Bước 1: chọn Tiêu chuẩn thiết kế (TCTK):ISO;DIN...

Bước 2: chọn dạng ổ trượt trong các TCTK.

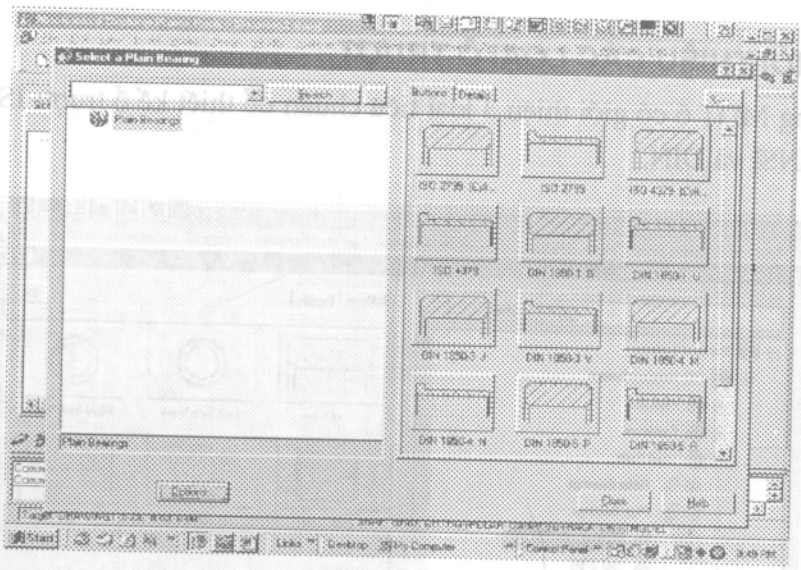
Bước 3: tính các thông số hình học.

Bước 4: tính toán điều kiện bền mòn;[p].

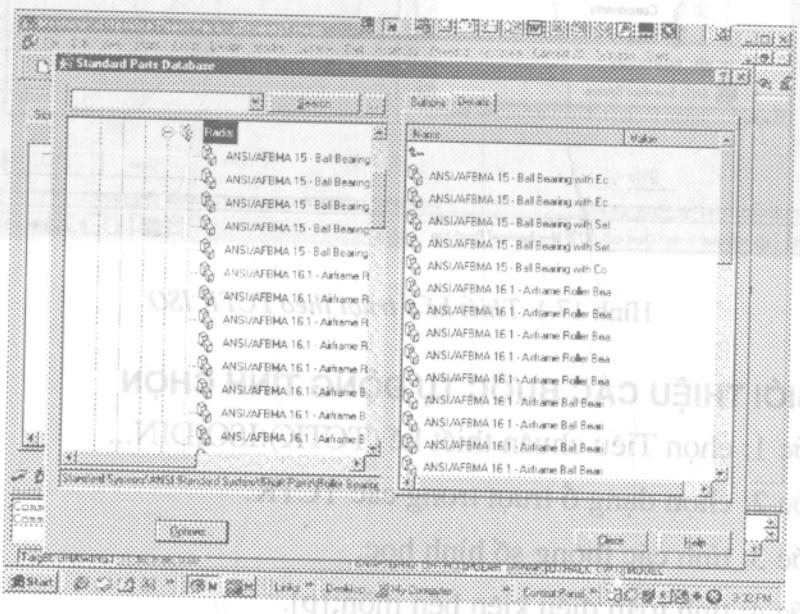
Bước 5: tính toán điều kiện chống dính; [pv].

17.3. VÍ DỤ

Dưới đây trình bày ví dụ về tự động tính chọn ổ trượt theo hai tiêu chuẩn thiết kế ISO và DIN cho 2 dạng ổ trượt tuỳ theo kết cấu của ngõng trục [4,5,12] (hình 17.2 – 17.7).

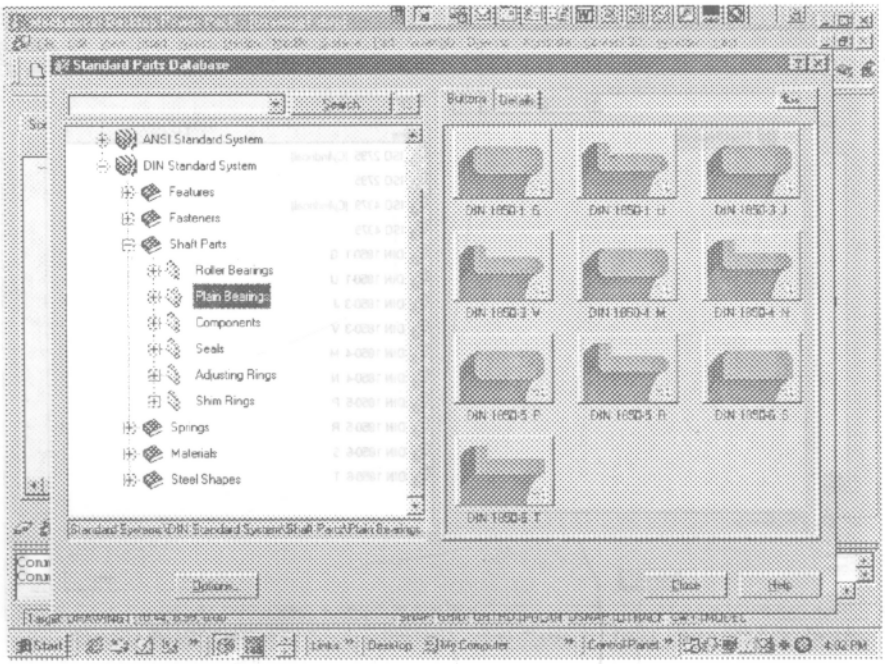


Hình 17.2. *Các loại ổ trượt theo ISO và DIN*

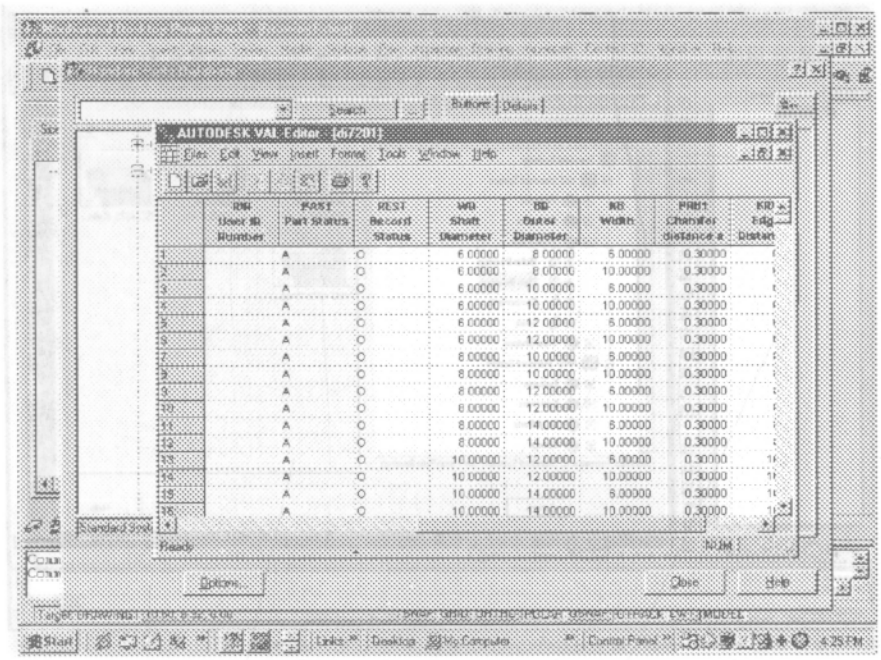


Hình 17.3. *Các loại ổ trượt theo ANSI*

Tính chọn ổ trượt theo DIN (hình 17.4-hình 17.5)

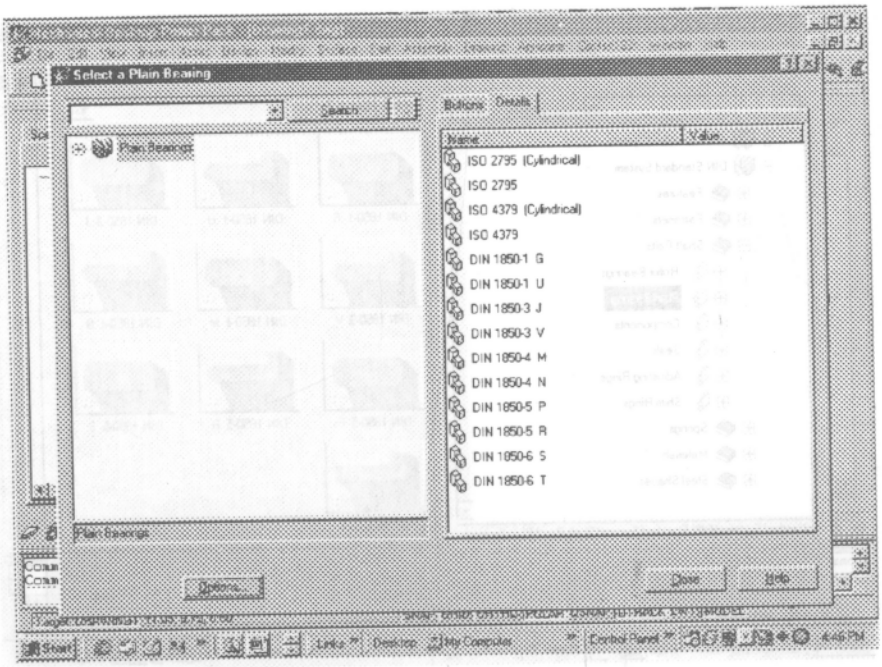


Hình 17.4. *Bước 1: Chọn dạng ổ trượt*

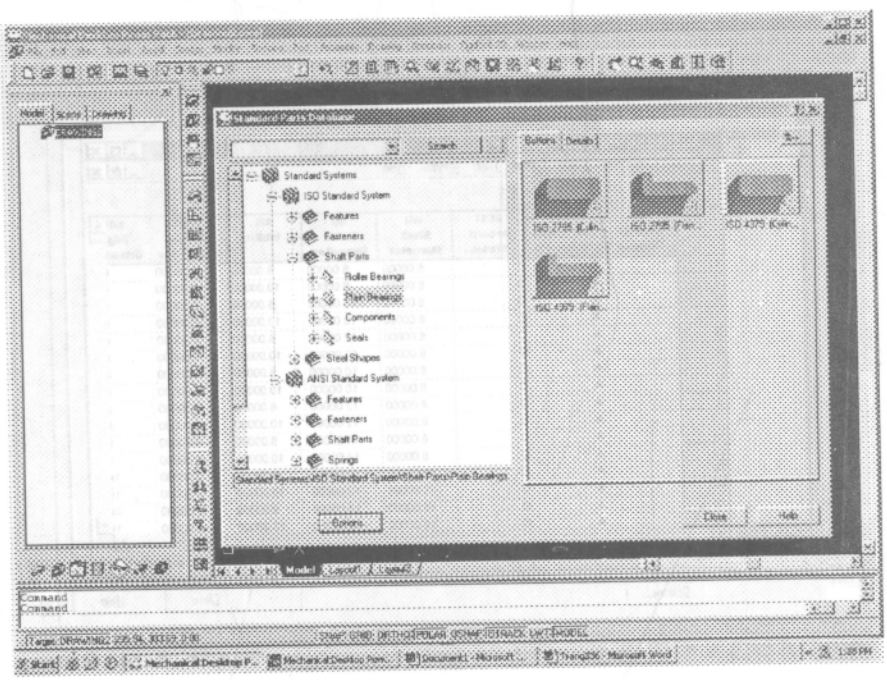


Hình 17.5. *Bước 2: Tính các thông số hình học (thay đổi kích thước)*

Tính chọn ổ trượt theo ISO (hình 17.6-hình 17.7)



Hình 17.6. *Bước 1: Chọn số hiệu tiêu chuẩn của ISO*



Hình 17.7. *Chọn dạng ổ trượt*

Chương 18

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN Ổ LĂN

18.1. GIỚI THIỆU CÁC LOẠI Ổ LĂN

Trong MDT 6 có tích hợp 20 loại ổ lăn: từ loại ổ bi ,ổ đũa đến ổ nón (côn) dùng để đỡ, chặn và để đỡ-chặn và dùng để chặn; chặn-đỡ;

Mỗi loại ổ lại chia thành ổ một dãy;ổ 2 dãy và ổ 3 dãy.

18.2. GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN

Bước1: chọn loại ổ.

Bước2: tính toán tải trọng hướng kính và tải trọng dọc trục.

Bước 3: tính toán hệ số tải trọng tĩnh và hệ số tải trọng động.

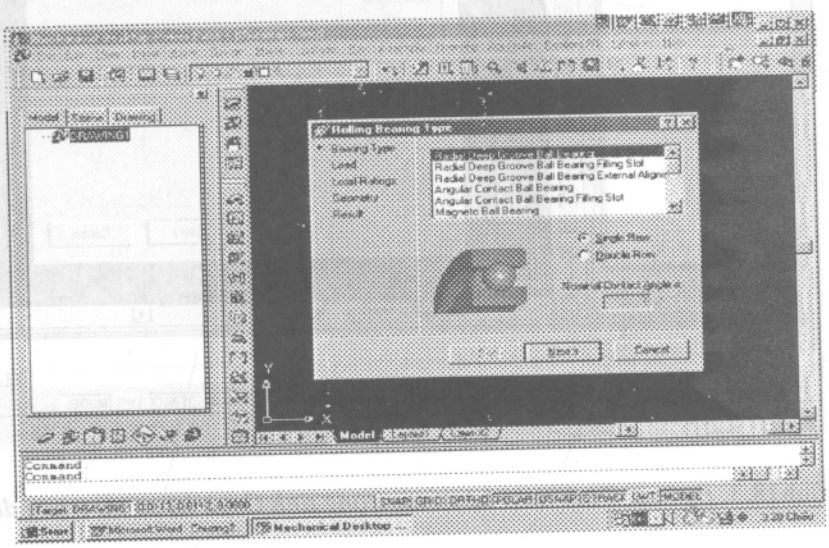
Bước 4: tính toán các kích thước của ổ.

Bước 5: in kết quả.

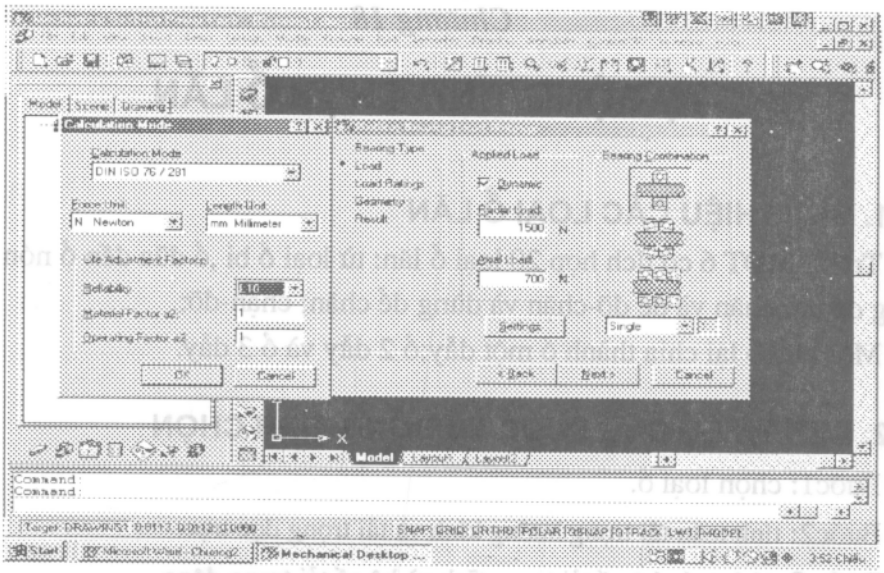
18.3. VÍ DỤ

Dưới đây trình bày ví dụ lần lượt các bước tự động tính chọn nêu trên cho trường hợp : *ổ bi 1 dãy và ổ côn 1 dãy.*

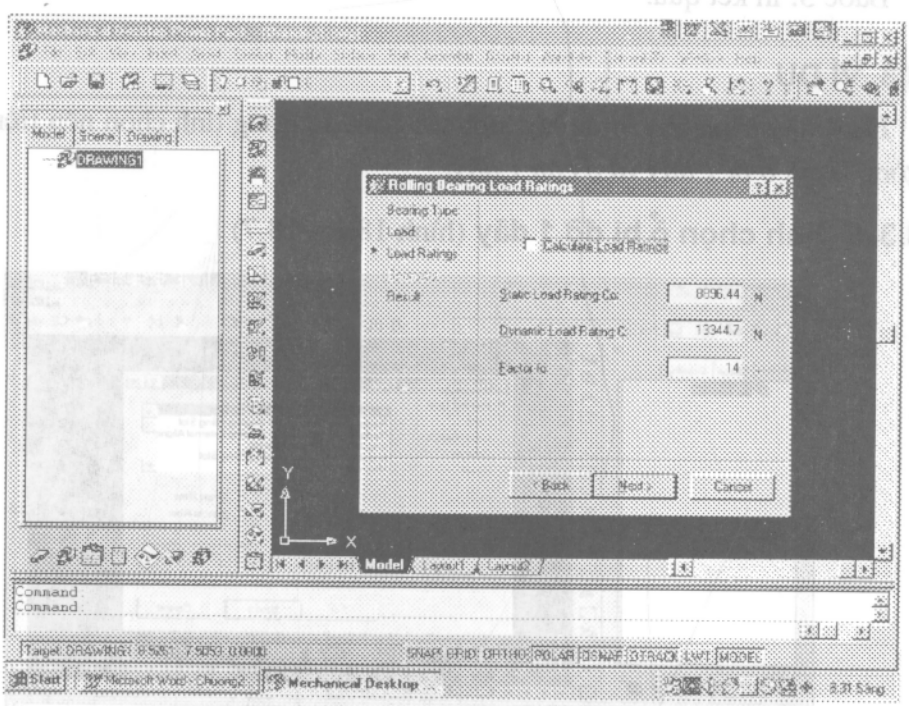
18.3.1. Tính chọn ổ bi đỡ 1 dãy (hình 18.1 – 18.7)



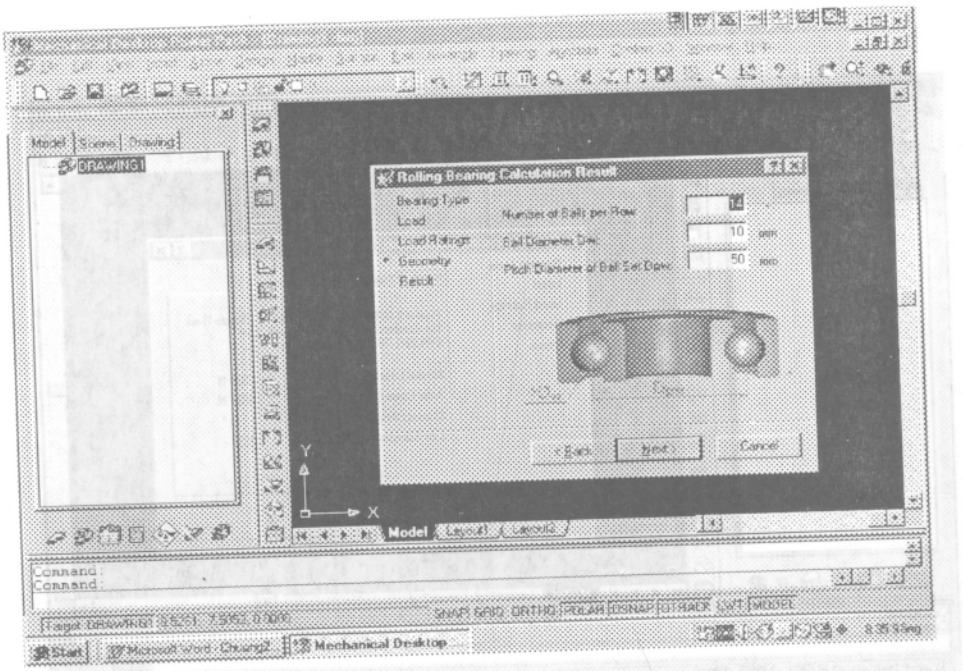
Hình 18.1. *Bước 1: Chọn loại ổ lăn: ổ bi đỡ 1 dãy*



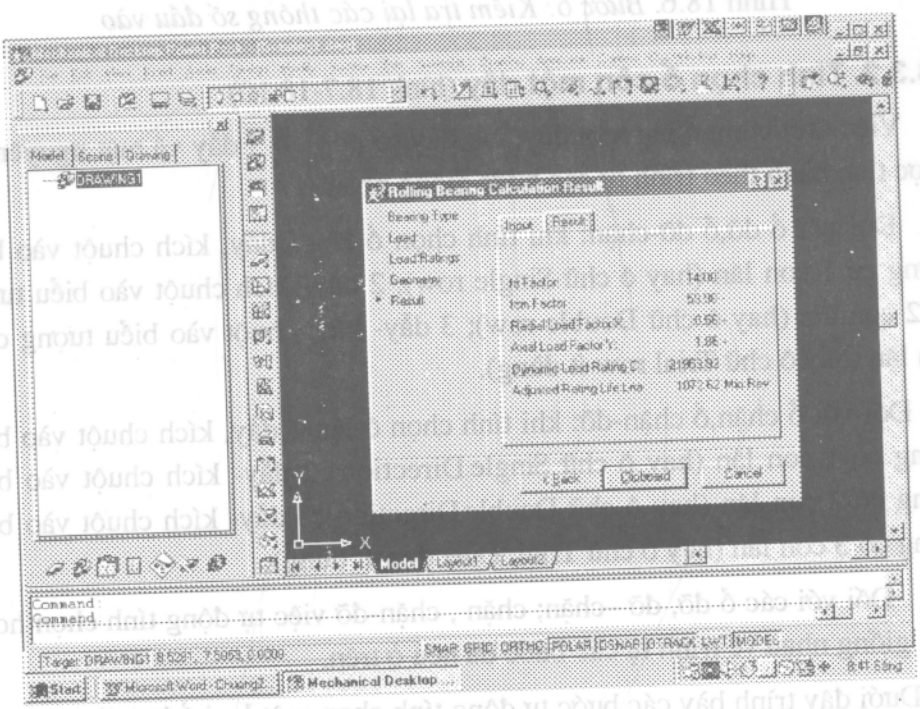
Hình 18.2. *Bước 2: Tính toán tải trọng hướng kính và tải trọng dọc trục*



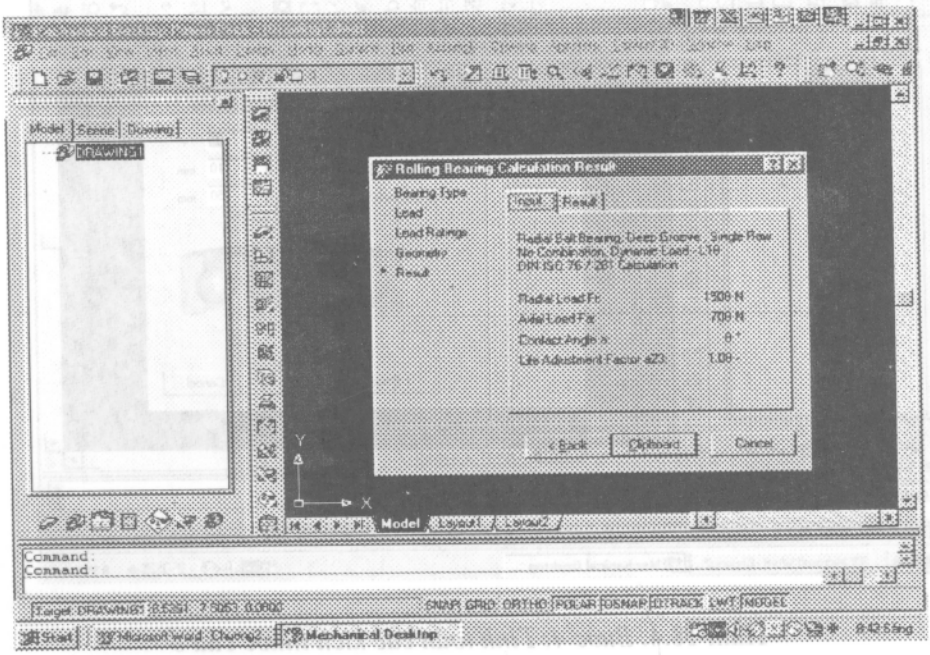
Hình18.3. *Bước 3: Tính toán hệ số tải trọng tĩnh C_0 và hệ số tải trọng động C*



Hình 18.4. *Bước 4: Tính toán các kích thước của ổ*



Hình 18.5. *Bước 5: Xuất kết quả*



Hình 18.6. *Bước 6: Kiểm tra lại các thông số đầu vào*

18.3.2. Tính chọn ổ côn một dãy (hình 18.7-18.10)

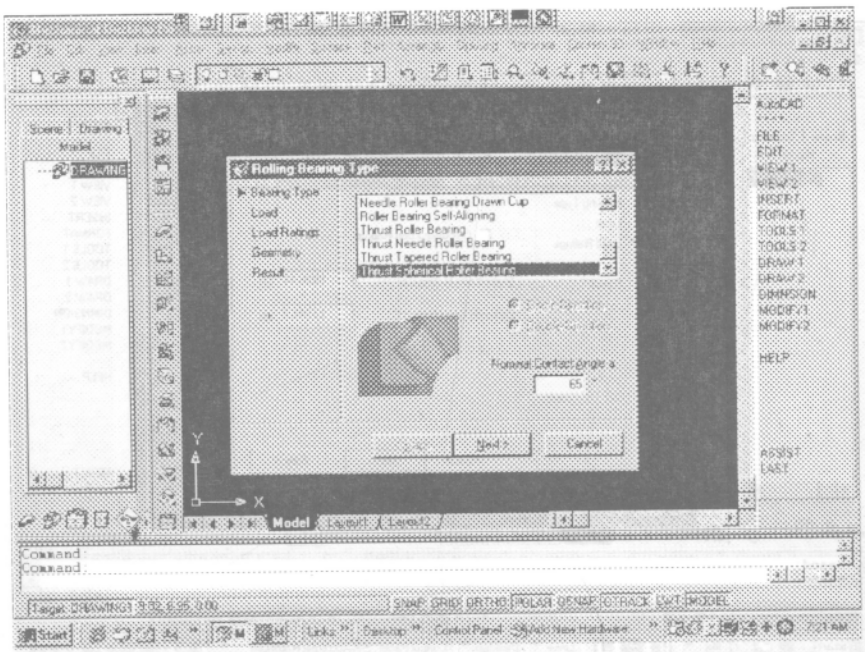
Việc tính chọn ổ lăn một dãy, hai dãy (ổ kép), ổ 3 dãy về mặt nguyên tắc được tiến hành theo trình tự các bước giống nhau.

Đối với ổ đỡ,ổ đỡ-chặn: khi tính chọn ổ lăn 1 dãy, kích chuột vào biểu tượng có 1 con lăn (hay ô chữ Single row); 2 dãy- kích chuột vào biểu tượng có 2 con lăn (hay ô chữ Double row); 3 dãy- kích chuột vào biểu tượng có 3 con lăn (hay ô chữ Trial row-ít dùng).

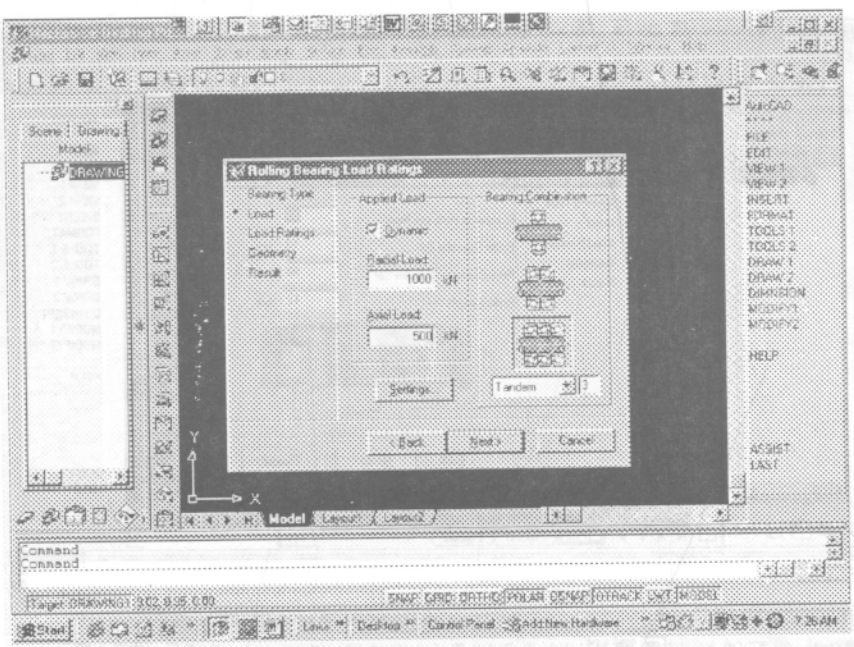
Đối với ổ chặn,ổ chặn-đỡ: khi tính chọn ổ lăn 1 dãy, kích chuột vào biểu tượng có 1 con lăn (hay ô chữ Single Direction);2 dãy- kích chuột vào biểu tượng có 2 con lăn (hay ô chữ Double Direction);3 dãy- kích chuột vào biểu tượng có 3 con lăn (hay ô chữ Trial Direction-ít dùng).

Đối với các ổ đỡ, đỡ –chặn; chặn , chặn-đỡ việc tự động tính chọn hoàn toàn giống nhau về trình tự các bước đã nêu ở trên.

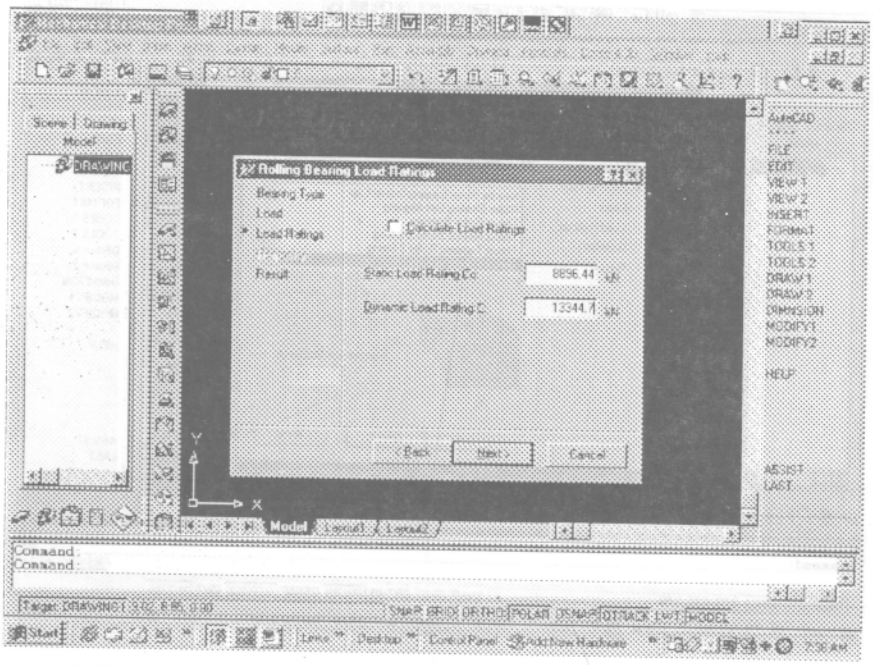
Dưới đây trình bày các bước tự động tính chọn một loại ổ lăn dùng cho cả hai trường hợp: đỡ-chặn và chặn-đỡ, đó là loại *ổ côn 1 dãy*.



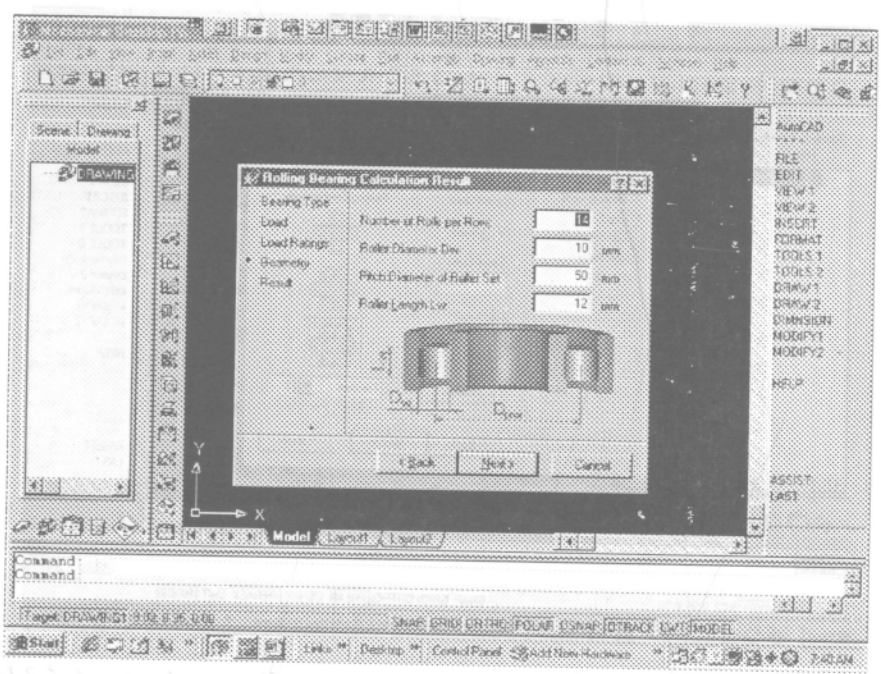
Hình 18.7. *Bước 1. Chọn loại ổ lăn:ổ côn với góc nghiêng 65 độ*



Hình 18.8. *Bước 2. Tính toán tải trọng hướng kính và tải trọng dọc trục(có 3 loại : ổ đơn, ổ kép, ổ 3 dẫy):cho trường hợp ổ đơn (1 dẫy)*



Hình 18.9. *Bước 3. Tính toán hệ số tải trọng tĩnh C_0 và hệ số tải trọng động C*



Hình 18.10. Bước 4. Tính toán các kích thước của ổ

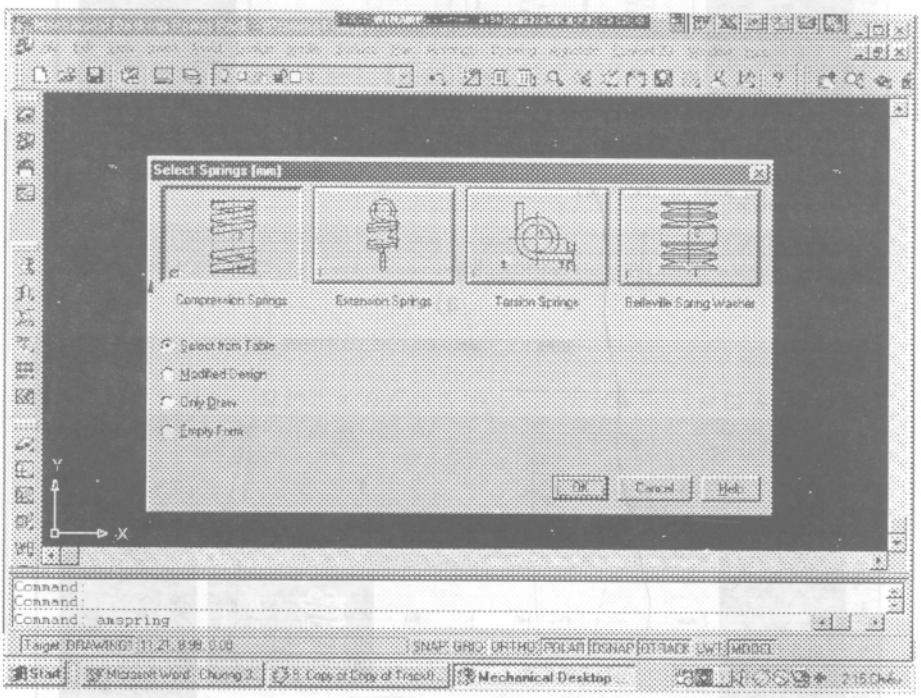
Chương 19

TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN LÒ XO

19.1.GIỚI THIỆU CÁC LOẠI LÒ XO (HÌNH 19.1)

Trong MDT 6 có tích hợp các loại lò xo: từ loại chịu kéo, chịu nén, chịu xoắn tới lò xo đĩa.

Mỗi loại lò xo lại chia thành loại bằng dây có mặt cắt ngang khác nhau.



Hình 19.1. Các loại lò xo

19.2.GIỚI THIỆU CÁC BƯỚC TỰ ĐỘNG TÍNH CHỌN

Bước 1: chọn TCTK, chọn loại lò xo;chọn vật liệu.

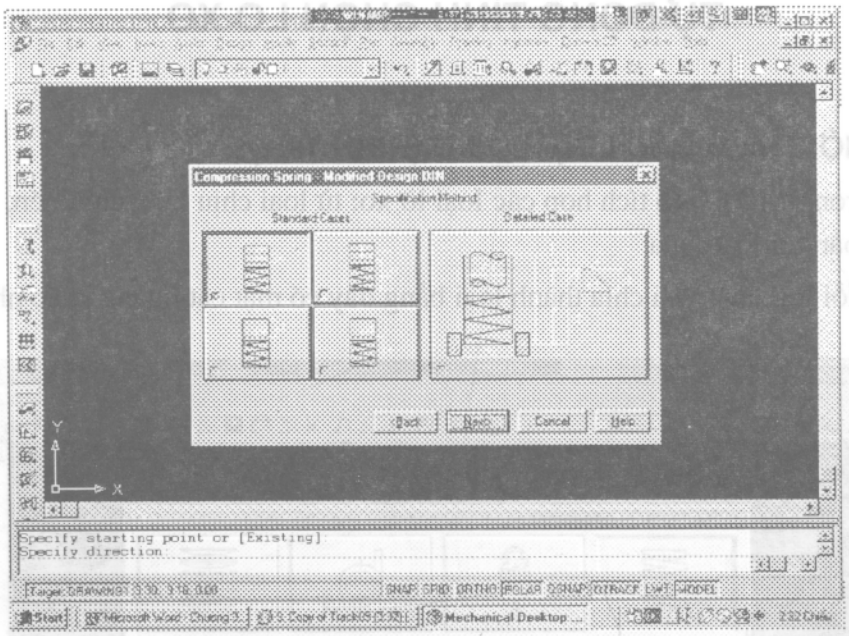
Bước 2: chọn kết cấu lò xo.

Bước 3: thiết kế lò xo :các kích thước hình học.

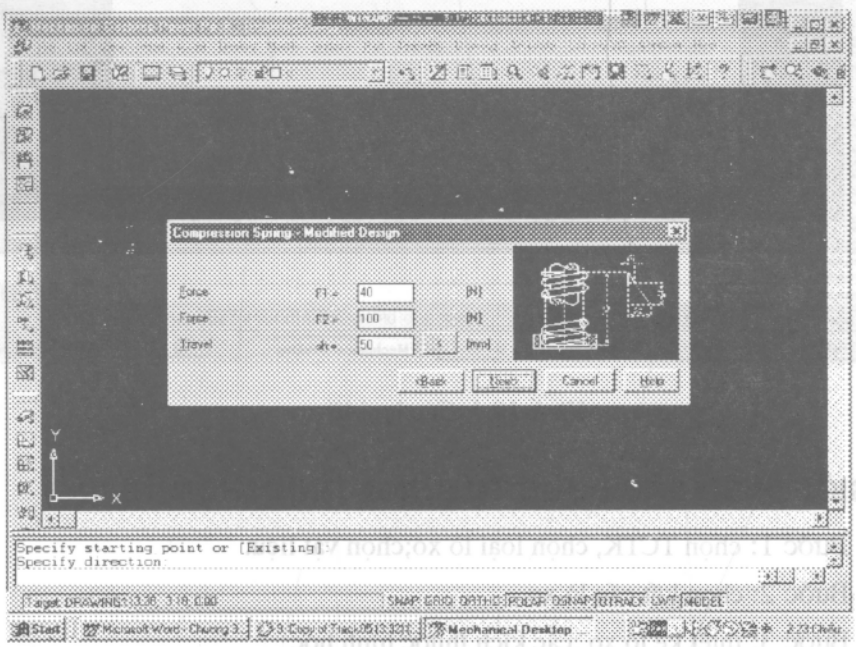
Bước 4: tính toán lực và biến dạng (đặc tuyến).

Bước 5: in kết quả.

Trong phần trình tự thiết kế này chọn lò xo hình trụ chịu nén để minh hoạ trình tự thiết kế.

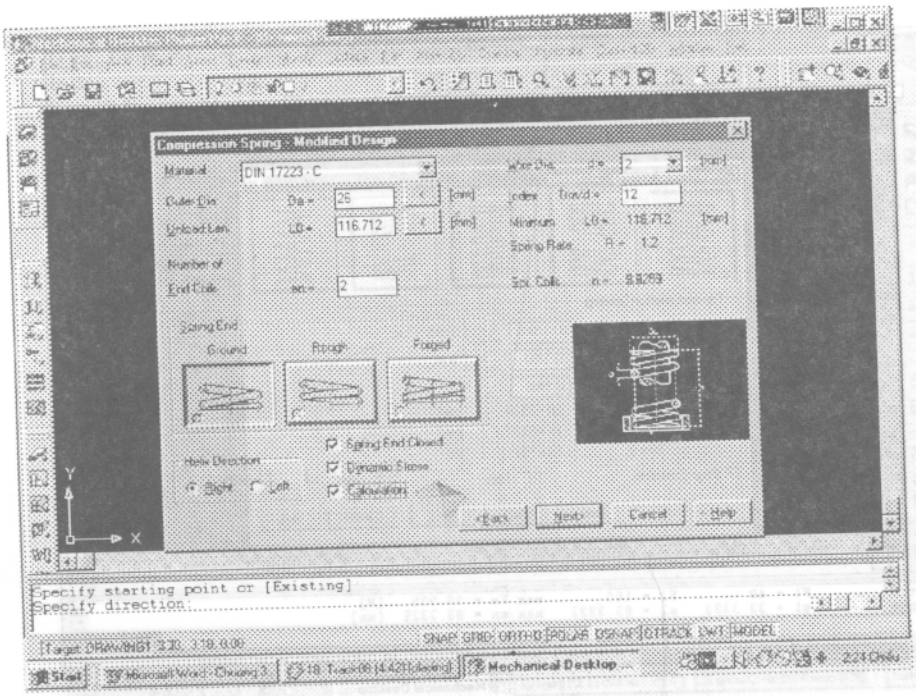


a)

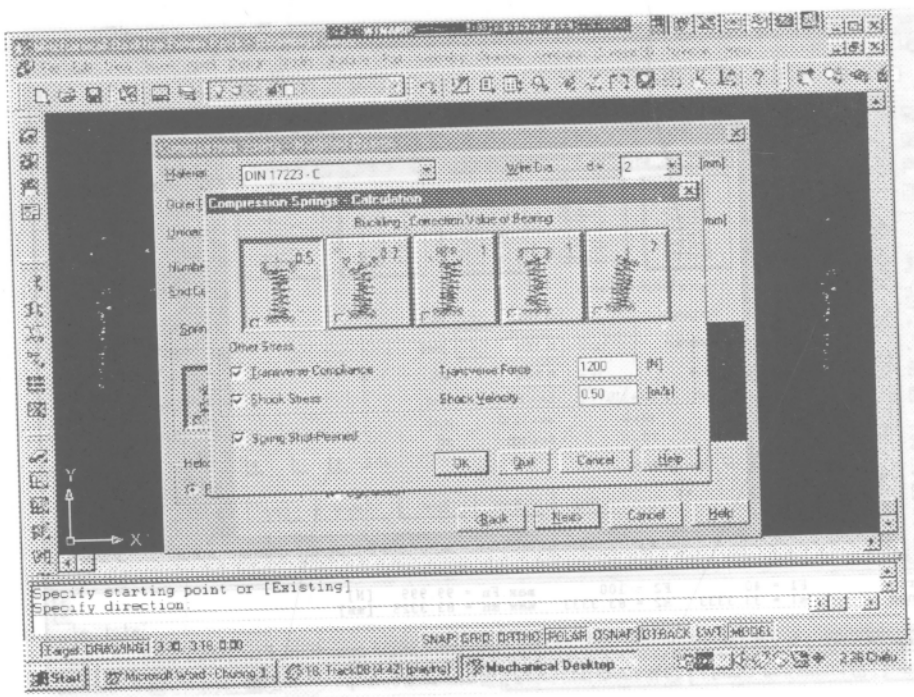


b)

Hình 19.2. *Đặc tuyến của lò xo*

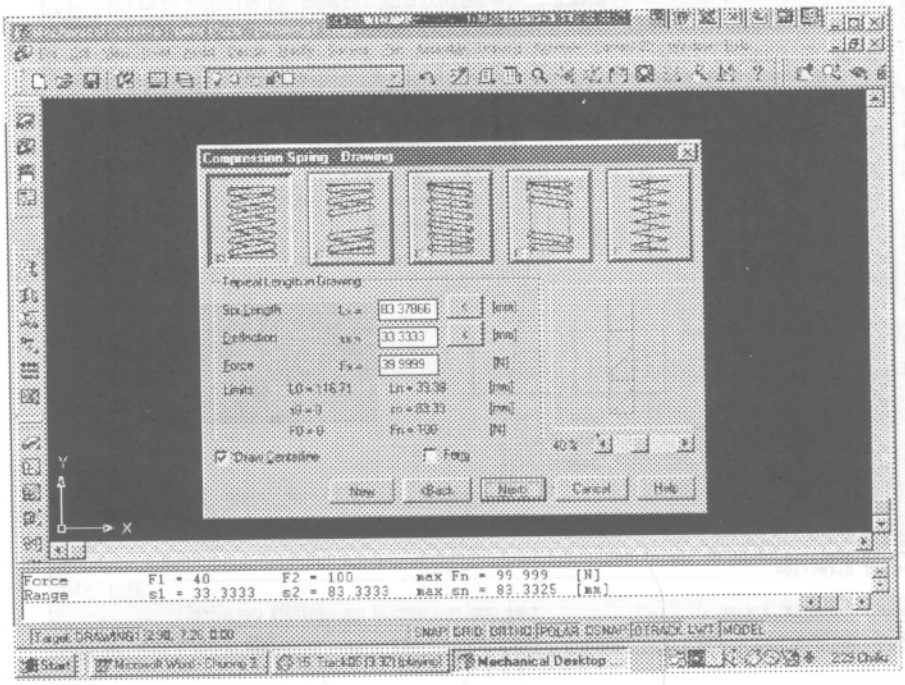


a)

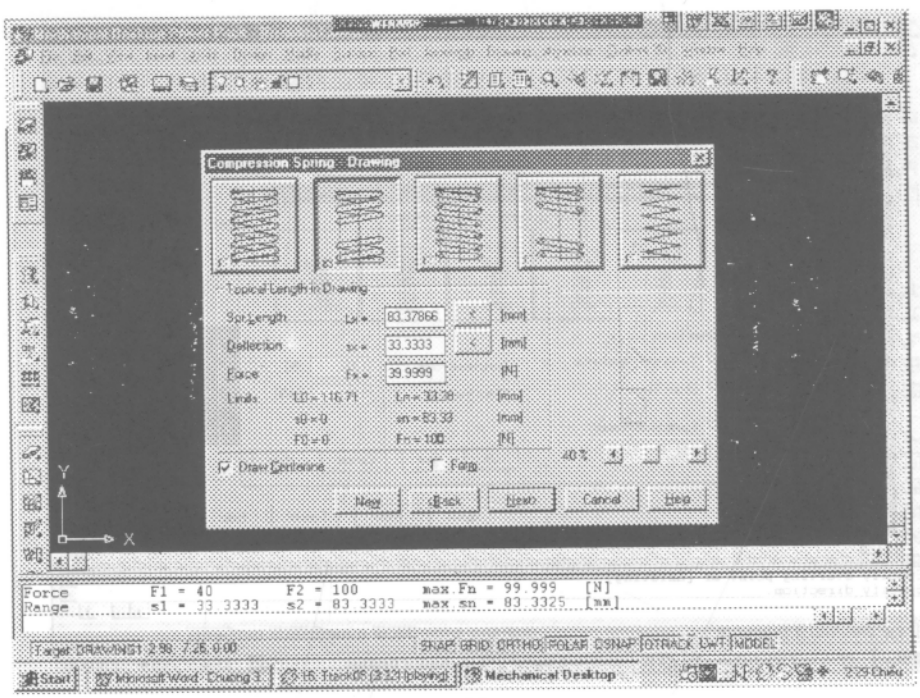


b)

Hình 19.3. *Lò xo chịu nén*

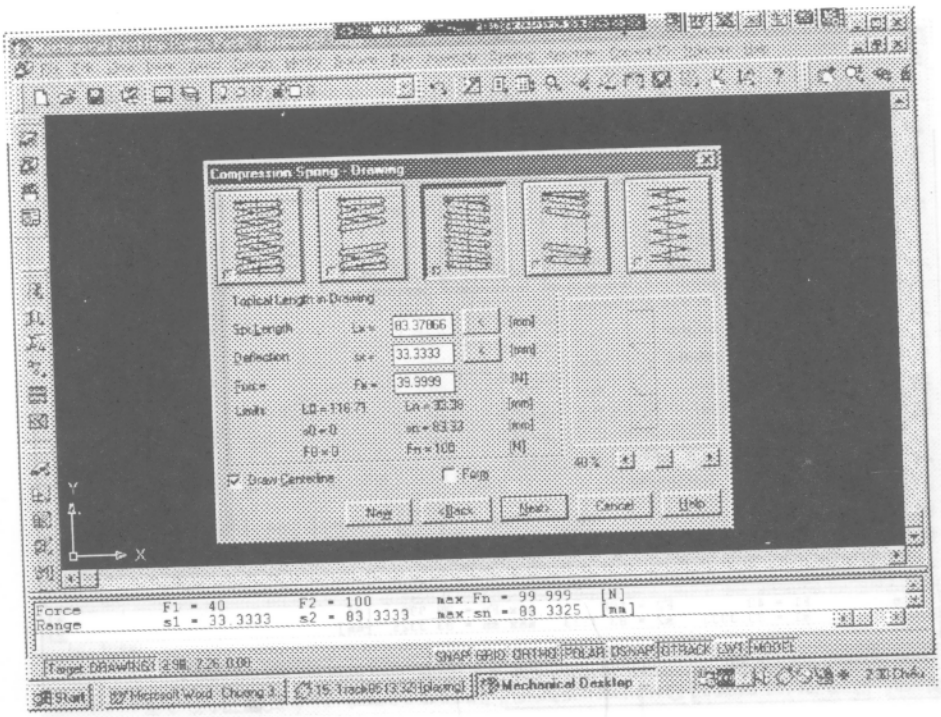


a)

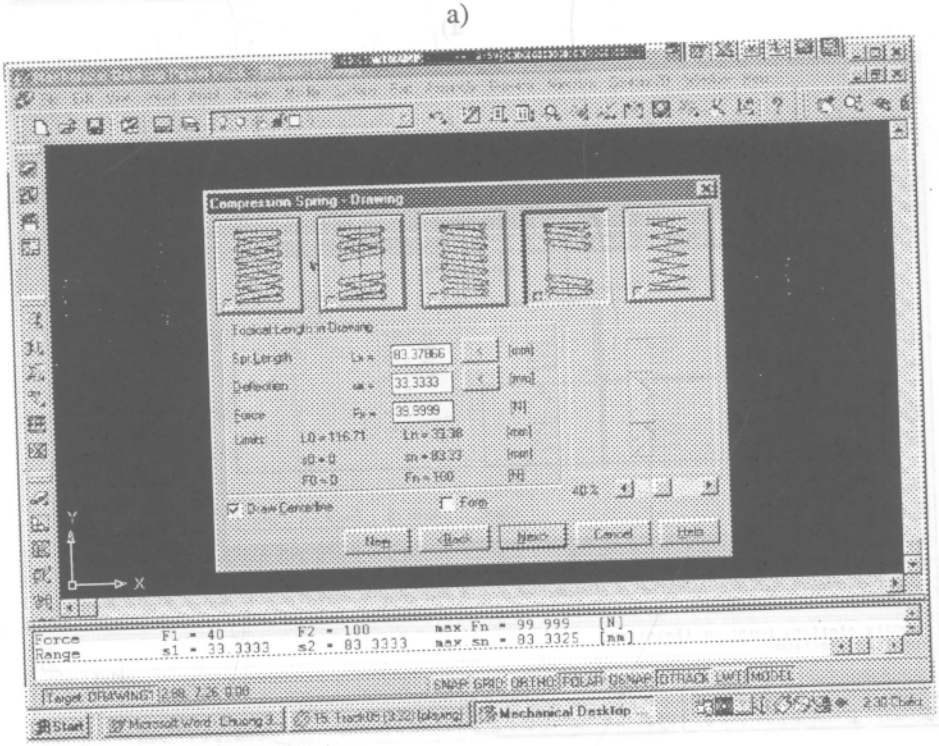


b)

Hình 19.4. *Cấu tạo lò xo chịu nén*

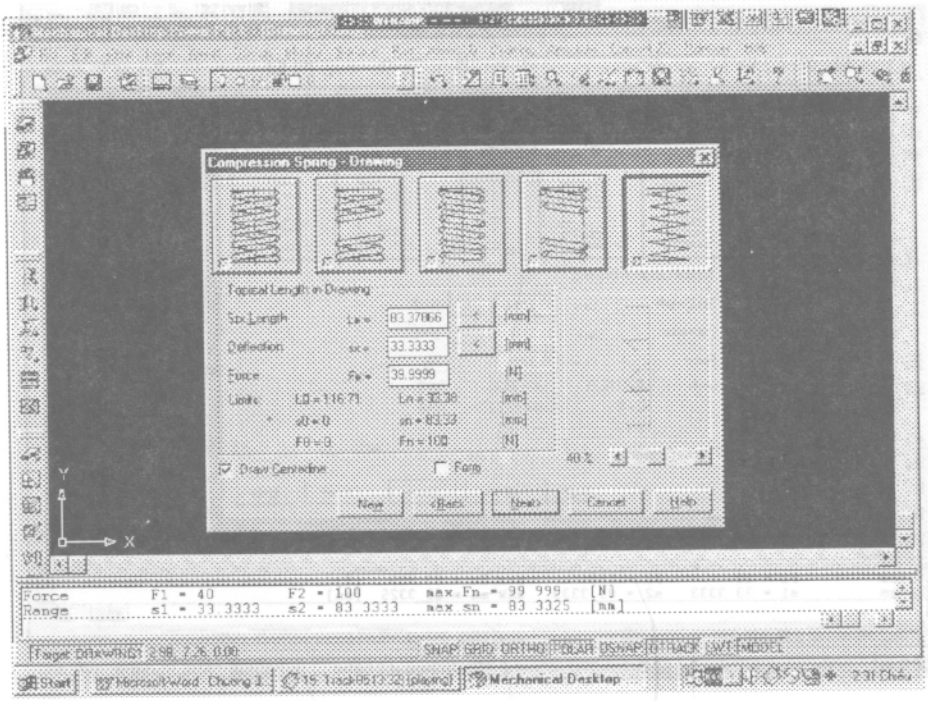


a)

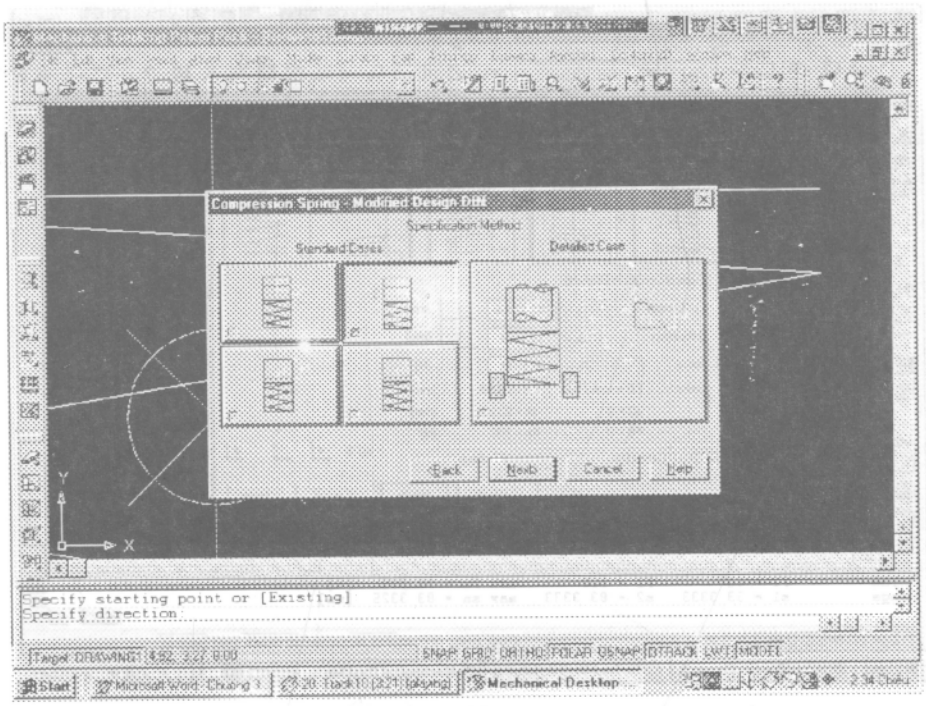


b)

Hình 19.5. *Tính toán các thông số hình học lò xo chịu nén*

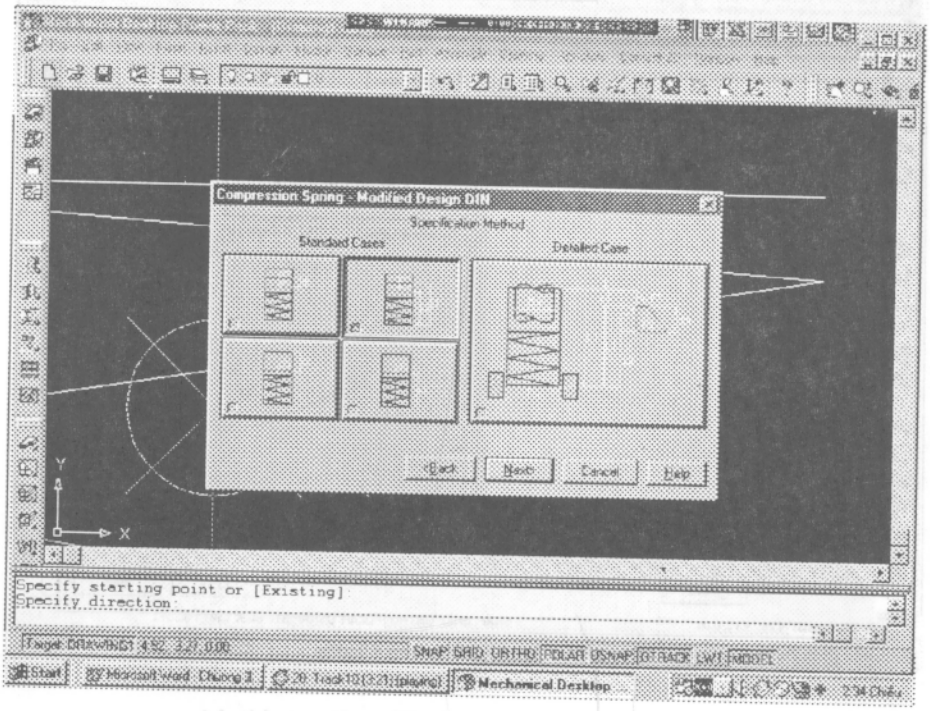


a)



b)

Hình 19.6. *Thông số nhiệt lò xo chịu nén*



Hình 19.7. *In kết quả*

19.3. VÍ DỤ (HÌNH 19.8 ÷ 19.13)

Dưới đây trình bày ví dụ về tính toán thiết kế lò xo hình trụ chịu kéo. Lò xo này làm bằng dây thép có mặt cắt ngang là hình tròn.

Việc tự động tính toán thiết kế các loại lò xo khác cũng được tiến hành tương tự theo trình tự đã chỉ ra.

Bước 1. Chọn lò xo chịu kéo.

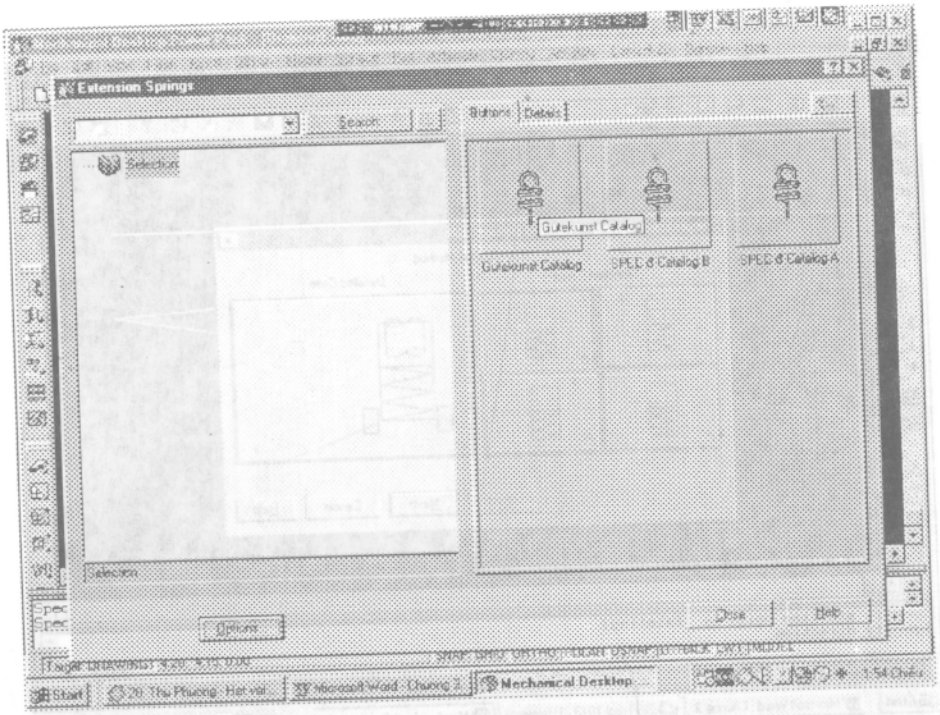
Bước 2. Xác định chiều dài đặc tuyến của lò xo.

Bước 3. Xác định kích thước hình học và chiều dài dây lò xo.

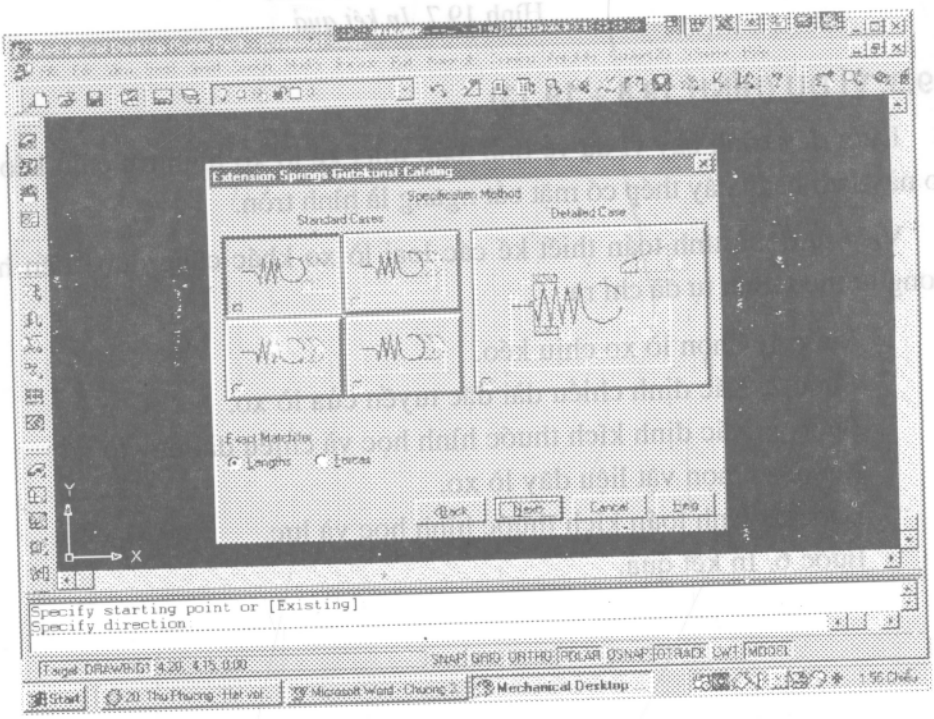
Bước 4. Chọn vật liệu dây lò xo.

Bước 5. Tính toán kích thước hình học và lực.

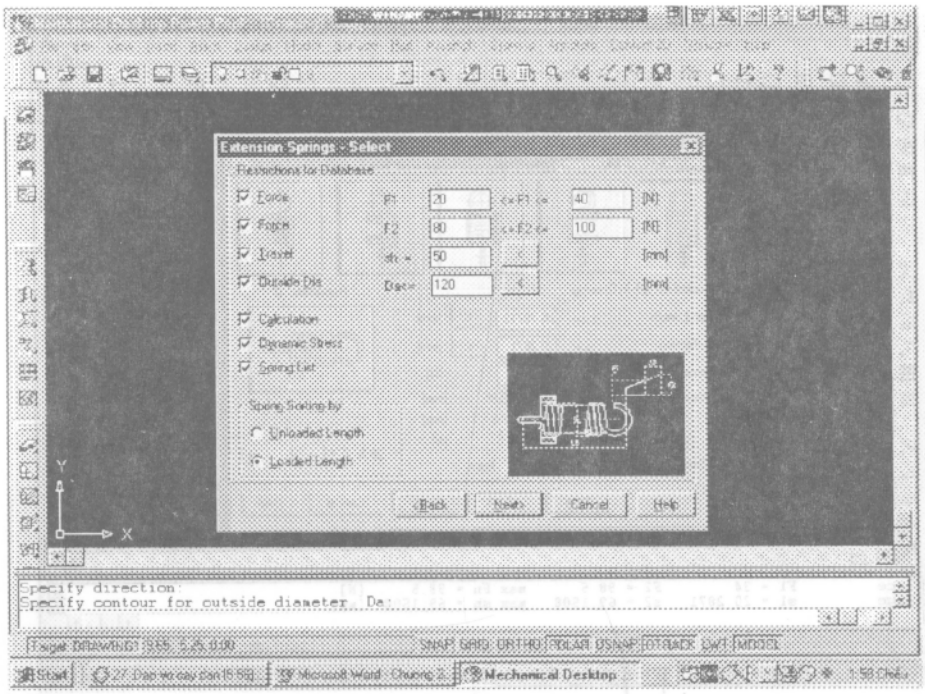
Bước 6. In kết quả.



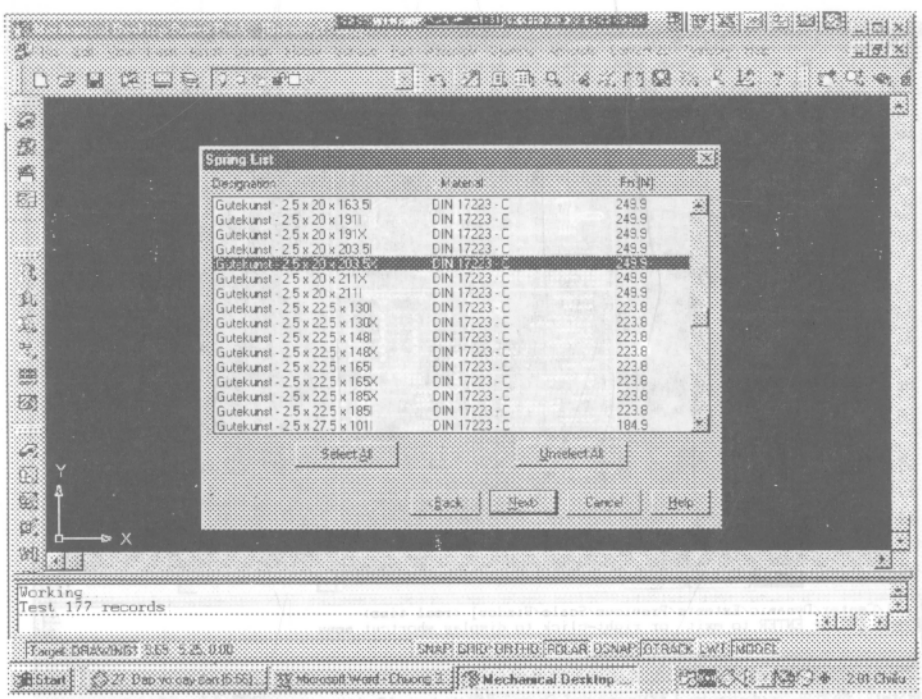
Hình 19.8. *Bước 1: Chọn lò xo chịu kéo*



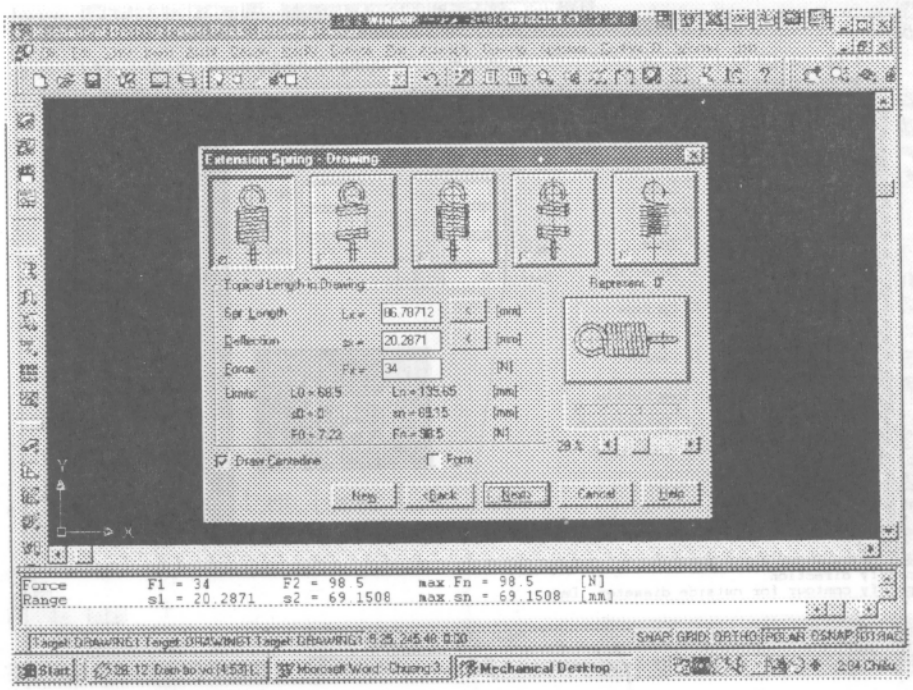
Hình 19.9. *Bước 2: Xác định chiều dài và đặc tuyến của lò xo*



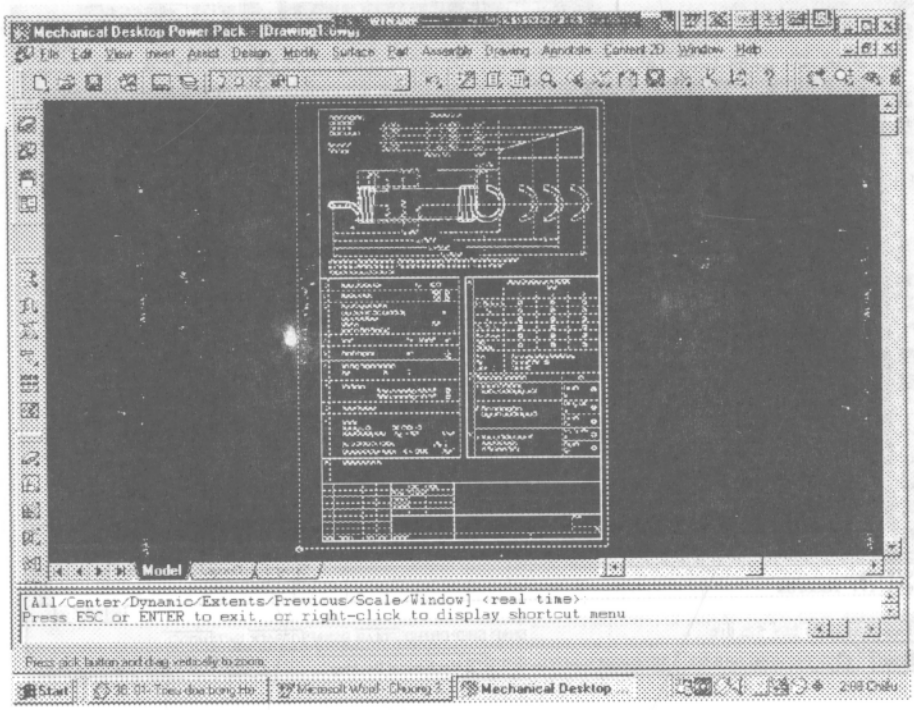
Hình 19.10. *Bước 3: xác định các kích thước hình học và chiều dài dây lò xo*



Hình 19.11. *Bước 4: Chọn vật liệu làm dây lò xo*



Hình 19.12. *Bước 5: Kết quả tính toán các thông số kích thước hình học và lực.*



Hình 19.13. *Bước 6: In kết quả*

Chương 20

HƯƠNG DẪN CHUNG VỀ LỰA CHỌN VẬT LIỆU TỐI ƯU

20.1. YÊU CẦU VỀ TÍNH NĂNG SỬ DỤNG

Tính năng của vật liệu được hiểu là các tính chất cơ, lý, hóa đảm bảo cho sự ứng xử của chúng trong những điều kiện xác định được tìm ra từ phòng thí nghiệm và các tính chất tổng hợp như tuổi thọ và độ tin cậy liên quan đến quá trình sử dụng của chúng khi làm việc thực sự.

Trong ngành chế tạo máy, yêu cầu này thể hiện ở 3 tính chất sau:

20.1.1 Độ bền cơ học cao

Khi chịu lực, ở các điều kiện nhiệt độ thấp; nhiệt độ cao; có yếu tố ăn mòn v.v... thì các yêu cầu về giới hạn chảy ($\sigma_c = \sigma_y = \sigma_{0,2}$); giới hạn bền ($\sigma_b = \sigma_T$); giới hạn mỏi ($\sigma_{-1}$; τ_{-1} ; σ_o ; τ_o...); độ dai phá hủy (K_{IC} ; K_{IIC} ; K_{IIIC}); độ dai va đập (a_k , A); độ rắn (HB ; HRC...) đều phải có giá trị cao.

Ví dụ, trong *bảng 20.1*, giới thiệu sự thay đổi cơ tính của thép *CrNi7TiAlB* ở nhiệt độ thường và nhiệt độ cao [5].

Bảng 20.1. *Sự phụ thuộc cơ tính của thép CrNi7TiAlB vào nhiệt độ*

Nhiệt độ T°C	*E, MPa*	σ_c (σ_y) *MPa*	σ_b (σ_T) *MPa*	S_k *MPa*	δ %	ψ %	a_k *Mpa*	σ_{-1} (σ_{bF}) *MPa,(ở $N_o = 10^8$)*
20	198000	1020	660	1300	20	21	0,5	370
800	130000	560	460	610	16	41	-	260
N⁰ – Số chu kỳ ứng suất cơ sở								

- Ở nhiệt độ cao ($T > 250°C$), sự biến đổi các ứng suất giới hạn có thể tính theo công thức sau [8]:

$$S_{Limc} = \frac{S_{Lim} \cdot \varepsilon_S \cdot \beta_{tb} \cdot K_T}{K_S}, \qquad (20.1)$$

Trong đó:

S_{Limc} - ứng suất giới hạn của tiết máy.

S_{Lim} - ứng suất giới hạn của vật liệu làm mẫu chuẩn.

ε_S - hệ số ảnh hưởng của kích thước tuyệt đối.

β_{tb} - hệ số tăng bền.

K_T - hệ số kể tới ảnh hưởng của nhiệt độ đến các giới hạn bền.

K_S - hệ số tập trung ứng suất lý thuyết (còn ký hiệu là α_S).

Hệ số K_T có thể tính theo công thức:

$$K_T = 1 - k_t (T - 250).\ 10^2 \ ;\ \text{với}\ T > 250^oC\ , \qquad (20.2)$$

$$K_T = 1 - k_t (T - 20).\ 10^2 \ ;\ \text{với}\ T = (50 \div 100)^oC\ , \qquad (20.3)$$

dùng cho kim loại màu và chất dẻo.

k_t - là hệ số tính toán [4,8],

Bảng 20.2. **Hệ số tính toán hiệu chỉnh ảnh hưởng nhiệt độ tới độ bền**

Vật liệu	Hệ số k_t
Thép cácbon; thép hợp kim thấp; gang	0,15 ÷ 0,20
Thép austenit hợp kim cao	0,05 ÷ 0,10
Hợp kim đồng	0,10 ÷ 0,15
Hợp kim nhôm và hợp kim manhedi	0,25 ÷ 0,35

- Ở nhiệt độ thấp, sự biến đổi các giới hạn bền theo nhiệt độ có thể tính theo công thức sau [9]:

$$S_F^T = C_F \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right)^{m_F} \qquad (20.4)$$

Trong đó:

S_F^T - giới hạn mỏi của vật liệu ở nhiệt độ T.

T_o - 293^oK.

T - nhiệt độ tính theo *Kenvin*;

C_F ; m_F : các hằng số của vật liệu.

20.1.2 Tuổi thọ lớn

Tuổi thọ là một đặc tính tổng hợp, nhưng phụ thuộc trước hết vào chất lượng của vật liệu. Nó là hàm số của tất cả các yếu tố liên quan đến quá trình chế tạo chi tiết máy và sử dụng, khai thác tiết máy.

Tuổi thọ của chi tiết máy khó có thể xác định chính xác. Người ta có thể đánh giá tuổi thọ chi tiết máy trên cơ sở các kết quả thử nghiệm, kết hợp với kinh nghiệm tích lũy, thống kê nhiều năm để đưa ra một công thức kinh nghiệm.

Tuổi thọ của chi tiết máy có thể tính theo thời gian (T, h); số chu kỳ ứng suất (N, chu kỳ); số lượng cây số, (Tấn hàng / cây số - dùng trong ngành ô tô; máy nâng chuyển).

Trong một số trường hợp, có thể tính tuổi thọ theo tốc độ phát triển vết nứt bằng công thức sau [9]:

$$N = \frac{2}{(m-2)C_o M_o^{m/2} \Delta\sigma^m}\left[\frac{1}{l_o^{(m-2)/2}} - \frac{1}{l_p^{(m-2)/2}}\right], \qquad (20.5)$$

Trong đó:

C_o , M_o - hằng số trong phương trình phát triển vết nứt của Paris.

m - số mũ của phương trình phát triển vết nứt của Paris.

$\Delta\sigma$ - gia số của ứng suất tại đầu vết nứt.

l_o - chiều dài vết nứt ban đầu (dạng khuyết tật kỹ thuật).

l_p - chiều dài vết nứt ứng với lúc phá hủy.

20.1.3 Độ tin cậy lớn

Tính chất này thể hiện ở các chỉ tiêu sau [9]

- Xác suất làm việc không hỏng $R(t)$:

$$R(t) = \frac{N_k}{N_t} = \frac{N_c - N_h}{N_t} = 1 - \frac{N_h}{N_t} = 1 - F(t) \ , \qquad (20.6)$$

N_t - tổng số chi tiết máy giống nhau làm việc trong cùng khoảng thời gian T, h;

N_h - số lượng chi tiết máy trong N_t bị hỏng trong khoảng thời gian đó;

N_k - số lượng chi tiết máy trong N_t không bị hỏng;

$F(t)$ - xác suất phá hỏng của chi tiết máy.

$\lambda(t)$ - cường độ hỏng.

$$\lambda(t) = \frac{N_h'}{N_t'.\Delta t} \tag{20.7}$$

Trong đó:

N_t' - tổng số chi tiết máy cùng loại, cũng làm việc trong khoảng thời gian nhỏ Δt.

N_h' - số chi tiết máy cùng loại trong tổng N_t' bị hỏng.

Có thể viết lại công thức tính xác suất không hỏng $R(t)$ từ các biểu thức trên:

$$R(t) = \exp\left[-\int_o^t \lambda(t).dt\right] \tag{20.8}$$

Xác suất không phá hỏng này được gọi là độ tin cậy [9].

- Thời gian làm việc trung bình:

+ Tuổi thọ hữu ích.

+ Tuổi thọ gamma phần trăm.

+ Hệ số sử dụng:

$$K_{Sd} = \frac{t_{lv}}{T} \tag{20.9}$$;

Trong đó:

t_{lv} - Thời gian làm việc.

$$T = t_{lv} + t_c + t_p .$$

t_c - thời gian chăm sóc, bảo dưỡng.

t_p - thời gian phục hồi.

20.2 YÊU CẦU VỀ TÍNH CÔNG NGHỆ

Tính công nghệ của vật liệu là khả năng của nó cho phép thực hiện một phương pháp công nghệ nào đó để đạt được những tính chất (cơ, lý, hóa...) mong muốn.

Các tính công nghệ thông dụng gồm:

- Tính đúc.
- Khả năng biến dạng nguội, nóng và dập sâu.
- Tính cắt gọt.
- Tính hàn.
- Khả năng xử lý nhiệt; lý-hóa-nhiệt luyện.

Những tính chất công nghệ kể trên được trình bày rõ trong môn học *Công nghệ vật liệu* (vật liệu học; công nghệ kim loại,...).

20.3 YÊU CẦU VỀ TÍNH KINH TẾ

Khi có khả năng chọn nhiều loại vật liệu để thỏa mãn yêu cầu về các tính năng; yêu cầu về tính công nghệ thì tính kinh tế sẽ quyết định vật liệu nào được ưu tiên lựa chọn làm chi tiết máy. Tính kinh tế thể hiện ở giá thành nguyên liệu đầu vào và giá thành chế tạo.

Yêu cầu của thiết kế máy là *độ bền; tuổi thọ cao; giá thành hạ; trọng lượng nhỏ.*

Gọi: P (*Price*) là *giá thành* tính cho một đơn vị trọng lượng vật liệu.

CRE là chỉ tiêu về kinh tế (*CRiteria of Economy*).

- Nếu yêu cầu độ bền tuổi thọ cao - giá thành hạ, thì:

$$(CRE)_S = \frac{S_e^{1/2}}{\rho . P} = \max \qquad (20.10);$$

- Nếu yêu cầu chống biến dạng lớn - giá thành hạ, thì:

$$(CRE)_E = \frac{E^{1/3}}{\rho . P} = \max \qquad (20.11);$$

Trong đó: S_e - giới hạn đàn hồi, *Mpa*.

E - môđun đàn hồi, MPa.

ρ - trọng lượng riêng, kG/m^3.

Rõ ràng là, nếu hai loại vật liệu có cùng (hoặc xấp xỉ bằng nhau) các trị số S_e, E và ρ, thì vật liệu nào có (CRE) lớn hơn sẽ được ưu tiên lựa chọn.

Trong tài liệu [12] còn đưa ra các đại lượng sau để giúp nhà thiết kế lựa chọn vật liệu cho hợp lý:

$\frac{\sigma_b}{\rho}$ - độ bền riêng

$\frac{\sigma_{bF}}{\rho}$ - độ bền mỏi riêng

$\frac{E}{\rho}$ - độ cứng riêng

$\frac{\sigma_{tl}^2}{E.\rho}$ - độ bền va đập riêng (σ_{tl} - giới hạn tỷ lệ của vật liệu).

Nếu hai loại vật liệu có các đại lượng riêng ở trên như nhau, thì vật liệu nào có P_{min} (giá thành nhỏ nhất) sẽ được lựa chọn.

Trong *bảng 20.3* giới thiệu chỉ tiêu độ bền riêng của một số nhóm vật liệu để làm căn cứ lựa chọn cho sát hợp với yêu cầu thiết kế.

***Bảng 20.3.* Cơ tính của một số nhóm vật liệu thường dùng**

Vật liệu	Môđun đàn hồi E, MPa	Độ bền kéo σ_b, MPa	Trọng lượng riêng ρ, kG/m^3	Độ bền riêng σ_b / ρ
Thép hợp kim chất lượng cao	210000	1200	7850	0,15
Thép siêu bền	210000	3000	7850	0,38
Hợp kim titan BT3	120000	1100	4500	0,24
Đura 16	71000	460	2800	0,16
Silumin A A-4	71000	260	2650	0,09
Vật liệu compozit sợi hỗn hợp	240000	1150	2650	0,43

Trong tài liệu [12] có đưa ra các công thức tính toán mức độ sinh lợi"bear fruit" hàng năm, hàng tháng, v.v... để giúp cho việc quyết sách kinh tế (*Economic Decisious*), mà khi thiết kế máy cần tham khảo.

20.4 YÊU CẦU VỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀ AN TOÀN XÃ HỘI.

Việc lựa chọn vật liệu chế tạo chi tiết máy phải tuân theo luật bảo vệ môi trường của nhà nước và đảm bảo an toàn xã hội cao. Điều này thể hiện ở chỗ:

- Quá trình công nghệ chế tạo ra chi tiết máy không làm ô nhiễm môi trường không khí; nguồn nước; các thảm thực vật; sinh - động vật; đất đai, v.v...

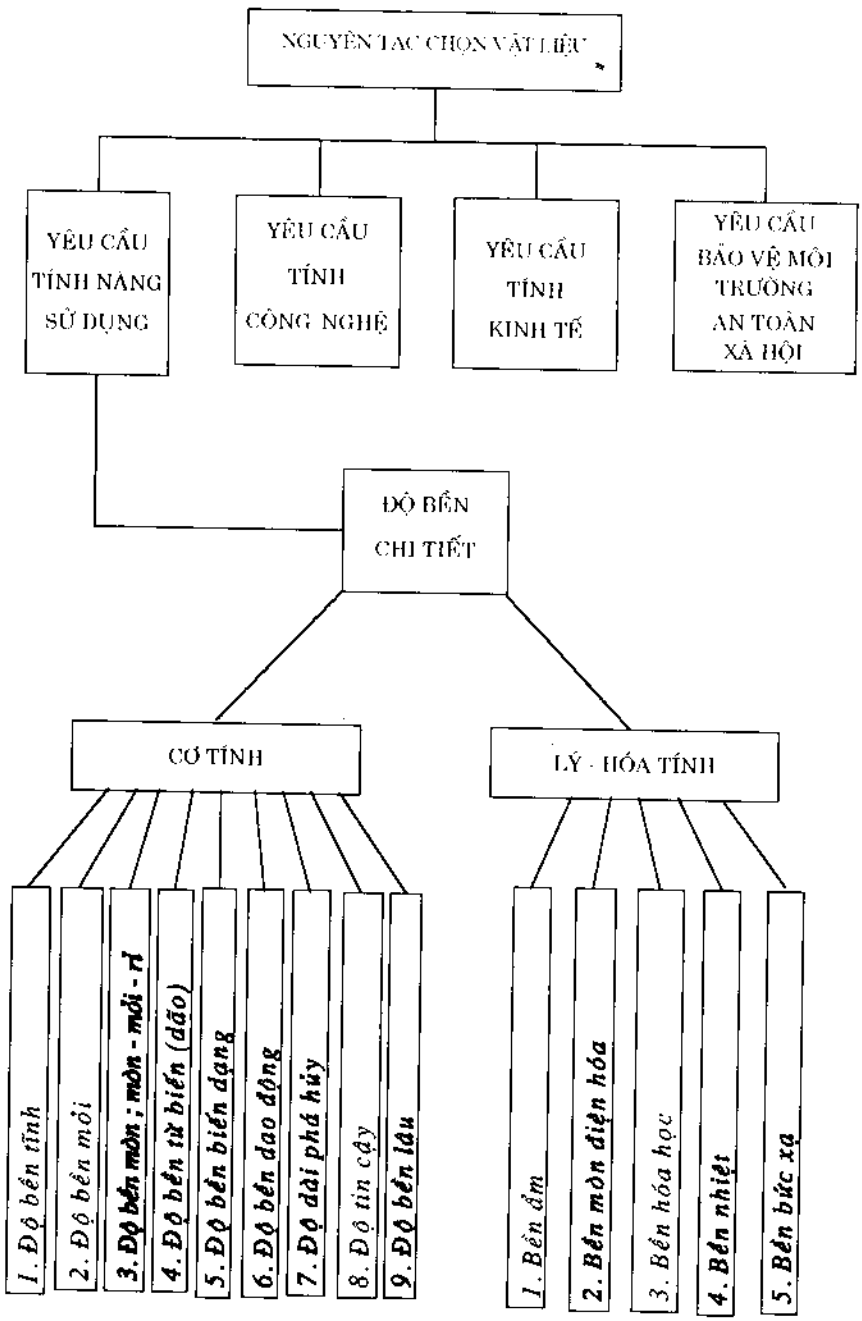
- Không được gây ra tiếng ồn quá giới hạn quy định trong quá trình công nghệ gia công chi tiết và quá trình vận hành của máy được thiết kế ra.

Tóm lại:

1/ Việc chọn lựa vật liệu cho một tiết máy cần tuân thủ các nguyên tắc như chỉ ra trong sơ đồ hình 20.1.

2/ Thực chất của bài toán chọn vật liệu là bài toán tối ưu hàm mục tiêu đa biến. Việc lựa chọn vật liệu một cách khoa học , chính xác có ý nghĩa to lớn về mặt kinh tế - xã hội và kỹ thuật. Nó là công việc khó khăn, phức tạp, đòi hỏi sự cố gắng của cả một tập thể nhiều ngành nghề và thuộc nhiều bộ phận khác nhau: khảo sát nghiên cứu, thiết kế, công nghệ; kiểm tra chất lượng, kế hoạch, tiếp thị, v.v...[12].

Công việc này đòi hỏi trình độ trí tuệ; tinh thần đầy trách nhiệm trước xã hội của các nhà thiết kế.


NGUYÊN TẮC CHỌN VẬT LIỆU
YÊU CẦU TÍNH NĂNG SỬ DỤNG
YÊU CẦU TÍNH CÔNG NGHỆ
YÊU CẦU TÍNH KINH TẾ
YÊU CẦU BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG AN TOÀN XÃ HỘI
ĐỘ BỀN CHI TIẾT
CƠ TÍNH
LÝ - HÓA TÍNH
1. Độ bền tĩnh
2. Độ bền mỏi
3. Độ bền mòn ; mòn - mỏi - rỉ
4. Độ bền từ biến (dão)
5. Độ bền biến dạng
6. Độ bền dao động
7. Độ dài phá hủy
8. Độ tin cậy
9. Độ bền lâu
1. Bền ẩm
2. Bền mòn điện hóa
3. Bền hóa học
4. Bền nhiệt
5. Bền bức xạ

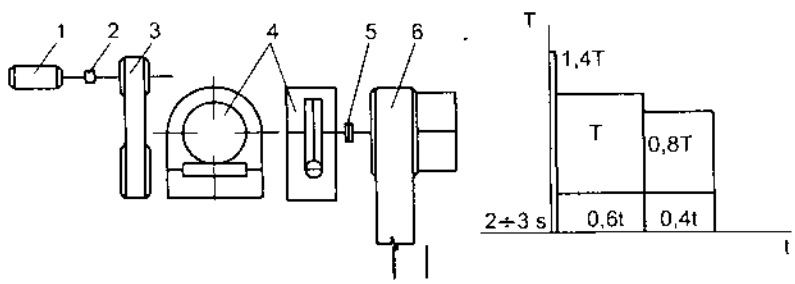
Hình 20.1.

PHỤ LỤC 1: VÍ DỤ TỰ ĐỘNG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MỘT HỆ DẪN ĐỘNG CƠ KHÍ

YÊU CẦU: TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ HỆ GỒM ĐỘNG CƠ-HỘP GIẢM TỐC TRỤC VÍT-BÁNH VÍT-BĂNG TẢI, HÌNH P1-1

Chương trình tự động hoá tính toán thiết kế tối ưu bộ truyền TRỤC VÍT-BÁNH VÍT BẰNG *MAPLE*

Chương trình dưới đây được viết trong môi trường Maple theo trình tự tính toán thiết kế được hướng dẫn trong tài liệu [4,5].



1-Động cơ điện; 2,5-Khớp nối; 3-Bộ truyền đai;
4- Hộp giảm tốc trục vít –bánh vít; 6-Băng tải

Hình P1-1. *Lược đồ hệ dẫn động cơ khí*

```
> restart; (Khởi động Maple)
Digits:=2:
```

I. CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

```
> # Momen xoan trucvit:
  T1 := 49.47*1000:
# Momen xoan banhvit:
  T2 := 587.7*1000:
# Thoi gian lam viec cua bo truyen:
```

t:=12*12*30*2*8:

Ty so truyen cua bo truyen trucvit-banhvit:

u:=15:

Toc do quay cua trucvit:

n1:=1003:

Toc do quay cua banhvit:

n2:=66.87:

He so tinh chat phan bo tai trong cua chu trinh :

kt:=1*.5+.8*.5:

Tính vận tốc trượt theo công thức 13.21 CTM tập [II]:

> vs1:=evalf(4.5*10^(-5)*n1*(T2)^(1/3),4);

$$vs1 := 3.785$$

II. CHỌN VẬT LIỆU

2.1. Ký hiệu một số loại vật liệu thường dùng

1 = bp0F_10--đúc bằng khuôn cát

2 = bp0f10-1-đúc bằng khuôn kim loại

3 = bp0IIF-đúc li tâm

4 = bpUC-6-3-3-đúc bằng khuôn cát

5 = bpUC-6-3-3-đúc bằng khuôn kim loại

6 = bpUC-5-5-5-đúc bằng khuôn kim loại

7 = bpAM9-4-đúc bằng khuôn cát

8 = bpAM9-4-đúc bằng khuôn kim loại

9 = bpAMH10-4-4_đúc bằng khuôn kim loại hoặc đúc li tâm

10 = LMUC58-2-2-đúc bằng khuôn kim loại

11 = CY12-28-đúc bằng khuôn cát

12 = CY15-32-đúc bằng khuôn cát

13 = CY18-36-đúc bằng khuôn cát

2.2. Các hàm nội suy dùng trong thiết kế bộ truyền trục vít-bánhvít:

Các đặc trưng cơ học chủ yếu của vật liệu:

```
> ghbkeo:=[40,45,40,45,40,55,28,35,38,40]:
klrieng:=[8.5,8.2,8.65,8.5,8.4,8.4,8.8,8.54,8.4,8.5];
ghtle:=[20,20,17,17,20,20,8.5,10,30,15];
ghbxoan:=[20,18,16,12,12,13.5,7.5,12,4.1,8];
ghbuon:=[58,30,35,55,50,52,55,70,60,46];
ddphuy:=[10,11,12,10,8,7,9,6,4,4.5];
ghmoi:=0.5*ghbkeo+.4*ghbuon;
dgia:=[6.75,7,9,10,7.5,10,7.5,10,9,27.5];
ghben:=[200,260,290,160,190,240,400,500,600,340,120,150,180];
ghchay:=[120,150,170,90,95,100,200,140,280,320,360];
modullE:=2.1e7;
```

klrieng := [8.5, 8.2, 8.65, 8.5, 8.4, 8.4, 8.8, 8.54, 8.4, 8.5]

ghtle := [20, 20, 17, 17, 20, 20, 8.5, 10, 30, 15]

ghbxoan := [20, 18, 16, 12, 12, 13.5, 7.5, 12, 4.1, 8]

ghbuon := [58, 30, 35, 55, 50, 52, 55, 70, 60, 46]

ddphuy := [10, 11, 12, 10, 8, 7, 9, 6, 4, 4.5]

ghmoi := [43., 34., 34., 44., 40., 49., 36., 46., 43., 38.]

dgia := [6.75, 7, 9, 10, 7.5, 10, 7.5, 10, 9, 27.5]

ghben := [200, 260, 290, 160, 190, 240, 400, 500, 600, 340, 120, 150, 180]

ghchay := [120, 150, 170, 90, 95, 100, 200, 140, 280, 320, 360]

modullE := .21 10^8

Các hàm mục tiêu:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
Renhat[i]:=evalf(ghtle[i]/(klrieng[i]*dgia[i]));
Nnhat[i]:=evalf(ghtle[i]/klrieng[i]);
Dbmtnhat[i]:=evalf(ghmoi[i]/klrieng[i]);
```

```
Dbtutnhat[i]:=evalf(ghbuon[i]^(2/3)/klrieng[i]);
Dbtxtnhat[i]:=evalf(ghbxoan[i]^(2/3)/klrieng[i]);
Dcrtnhat[i]:=evalf(modullE/klrieng[i]);
Dvdrtnhat[i]:=evalf(ghtle[i]^2/(modullE*klrieng[i]));
Knltvntnhat[i]:=evalf(ddphuy[i]/dgia[i]);
od:
```

Thủ tục tối ưu hoá:

```
> for i from 1 by 1 to 10 do
M[1,i]:=Renhat[i];M[2,i]:=Nnhat[i];M[3,i]:=Dbmtnhat[i];M[4,i]:=Dbtutn
hat[i];M[5,i]:=Dbtxtnhat[i];M[6,i]:=Dcrtnhat[i];M[7,i]:=Dvdrtnhat[i];M[8,i]:=
Knltvntnhat[i];od:
M:=matrix(8,10,[seq(M[1,i],i=1..10),seq(M[2,i],i=1..10),seq(M[3,i],i=1..
10),seq(M[4,i],i=1..10),seq(M[5,i],i=1..10),seq(M[6,i],i=1..10),seq(M[7,i],i=1
..10),seq(M[8,i],i=1..10)]);
for i from 1 by 1 to 8 do
Jmax[i]:=1:
for j from 2 by 1 to 10 do
if M[i,Jmax[i]]<=M[i,j] then Jmax[i]:=j fi;
od;od:
K:=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]:dem:=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]:
for i from 1 by 1 to 10 do
for j from 1 by 1 to 10 do
if Jmax[i]=K[j] then dem[j]:=dem[j]+1 fi od od:
nho := 1:m:=dem[1]:
for i from 1 by 1 to 10 do if(m<=dem[i]) then m:=dem[i];nho:=i fi od:
```

$M :=$

```
[.35 , .34 , .22 , .20 , .32 , .24 , .13 , .12 , .40 , .064]
[2.4 , 2.4 , 2.0 , 2.0 , 2.4 , 2.4 , .97 , 1.2 , 3.6 , 1.8]
[5.1 , 4.1 , 4.0 , 5.2 , 4.8 , 5.8 , 4.1 , 5.4 , 5.1 , 4.5]
[1.8 , 1.2 , 1.3 , 1.7 , 1.7 , 1.7 , 1.5 , 2.0 , 1.8 , 1.6]
```

, .12 10^{-5}]

[1.5 , 1.6 , 1.3 , 1. , 1.1 , .70 , 1.2 , .60 , .44 , .16]

> # Ham noi suy tinh he so dang rang:

YF:=spline([20,24,26,28,30,35,37,40,45,50,60,80,100,150,300],[1.98,1.88,1.85,1.80,1.76,1.64,1.61,1.55,1.48,1.45,1.40,1.34,1.30,1.27,1.24],Zv,linear):

> #Ham noi suy tinh he so bien dang theta:

theta:=spline([6.3,7.1,8,9,10,11.2,12.5,14,16,18,20],[36,45,57,71,86,102,125,152,190,230,276],q,linear):

> # Ham noi suy tinh goc ma sat phi:

phi:=spline([.01,.05,.10,.25,.50,1.0,1.5,2.0,2.5,3,4,5,8,10,15,24],[6.28,5.15,4.57,3.72,3.15,2.58,2.28,2.00,1.72,1.60,1.37,1.26,1.03,.96,.80,.75],vs,linear):

> # Ham noi suy tinh he so tai trong dong:

kHV:=spline([1.5,3,7.5],[1.1,1.2,1.3],vs,linear):

>

Kcttc:=Vector([50,63,80,100,125,140,160,180,200,225,280,315,355,400,450,500]):

> Mdtc:=Vector([2,2.5,3.15,4,5,6.3,8,10,12.5,16,20]):

> Hsdk:=Vector([6.3,8,10,12.5,16,20,25]):

III. XÁC ĐỊNH ỨNG SUẤT CHO PHÉP

3.1 Nhập các thông số của vật liệu đã chọn

Chọn vật liệu đã tối ưu:

> sigma[b]:=ghben[nho];sigma[ch]:=ghchay[nho];

$$\sigma_b := 600$$

$$\sigma_{ch} := 280$$

Xác định ứng suất tiếp xúc cho phép và ứng suất uốn cho phép:

> sigma[Ho]:=.8*sigma[b]:

N[HE]:=evalf(60*(n2)*t(1^4*.5+(.8)^4*.5),3):

if((N[HE]-25*10^7)>0) then N[HE]:=25*10^7,print("phai thay gia tri cua NHE = 250000000")else print("khong can phai thay gia tri cua NHE ") fi;

```
KHL:=evalf((10^6/N[HE])^(1/8),3):
sigma[Hchophep]:=sigma[Ho]*KHL;
N[FE]:=evalf(60*(n2)*t(1^9*.5+(.8)^9*.5),3):
if((N[FE]-25*10^7)>0) then N[FE]:=25*10^7,print("phai thay gia tri cua
NFE = 250000000")else print("khong can phai  thay gia tri cua NFE ") fi;
 KFL:=evalf((10^6/N[FE])^(1/9),3):
sigma[Fo]:=.25*sigma[b]+.08*sigma[ch]:
sigma[Hchophep]:=sigma[Hchophep];
sigma[Fchophep]:=sigma[Fo]*KFL;
sigma[Hmaxchophep]:=2*sigma[ch];
sigma[Fmaxchophep]:=.8*sigma[ch];
```

"phai thay gia tri cua NHE = 250000000

$$N_{HE} := 250000000$$

$$\sigma_{Hchophep} := 240.$$

"phai thay gia tri cua NFE = 250000000"

$$N_{FE} := 250000000$$

$$\sigma_{Hchophep} := 240.$$

$$\sigma_{Fchophep} := 92.$$

$$\sigma_{Hmaxchophep} := 560$$

$$\sigma_{Fmaxchophep} := 220.$$

Tính hệ số đường kính q :

```
> z1:=2:
z2:=u*z1:
KH:=1.2:
q1:=.3*z2:
# Thu tuc lua chon he so duong kinh:
for i from 1 by 1 to 6 do
if (q1=Hsdk[i]) then q:=Hesodk[i] fi;
if(q1>Hsdk[i])and(q1<(Hsdk[i]+Hsdk[i+1])/2) then q:=Hsdk[i] fi;
```

if(q1<=Hsdk[i+1])and(q1>=(Hsdk[i]+Hsdk[i+1])/2) then q:=Hsdk[i] fi od;

Xác định khoảng cách trục tiêu chuẩn:

>Heso1:=170/(z2*sigma[Hchophep]);Heso2:=T2*KH/q;Heso3:=z2+q;a[wsb1]:=evalf(((Heso1)^2*Heso2)^(1/3)*Heso3,4);msb:=evalf((2*a[wsb1])/Heso3,3);

#Thu tuc chon mo dul tieu chuan:

for i from 1 by 1 to 10 do

if (msb=Mdtc[i]) then m:=Mdtc[i] fi;

if (msb>Mdtc[i])and(msb<(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2) then m:=Mdtc[i] fi;

if (msb>=(Mdtc[i]+Mdtc[i+1])/2)and(msb<Kcttc[i+1]) then m:=Mdtc[i+1] fi od;a[wsb2]:=m*Heso3/2;

> # Thu tuc lua chon khoang cach truc tieu chuan:

for i from 1 by 1 to 15 do

if (a[wsb2]=Kcttc[i]) then a[w]:=Kcttc[i] fi;

if (a[wsb2]>Kcttc[i])and(a[wsb2]<(Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2) then a[w]:=Kcttc[i] fi;

if (a[wsb2]>=(Kcttc[i]+Kcttc[i+1])/2)and(a[wsb2]<Kcttc[i+1]) then a[w]:=Kcttc[i+1] fi od;a[w]:=a[w];

$$Heso1 := .024$$

$$Heso2 := 89000.$$

$$Heso3 := 38$$

$$a_{wsb1} := 141.2$$

$$msb := 7.42$$

$$a_{wsb2} := 152$$

$$a_w := 160$$

3.2 Tính lại vận tốc trượt và hiệu suất thực tế:

```
> vs:=evalf(m*n1*sqrt(z1^2+q^2)/19100,3);
```

$$vs := 3.46$$

> phi:=phi(vs);

gamma1:=evalf(arctan(z1/q));eta(tt):=evalf(.95*tan(gamma1)/tan(gamma1+phi*Pi/180),5);

$$\phi := 1.5$$

$$\gamma 1 := .24$$

$$\eta(tt) := .85267$$

IV.TÍNH TOÁN TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT VỀ ĐỘ BỀN

4.1 Kiểm tra độ bền tiếp xúc và độ bền uốn :

```
> k[HV]:=kHV(vs);
sigma[H]:=(170/z2)*sqrt((Heso3/a[w])^3*Heso2);
d[2]:=z2*m;mn:=m*cos(gamma1);
if (sigma[H]<sigma[Hchophep]) then True else print("Chon lai vat lieu") fi;
theta:=theta(q);
KHbeta:=1+(z2/theta)^3*(1-kt);KHbeta:=1+(z2/theta)^3*(1-kt);d[a1]:=16*(q+2);b2min:=.75*d[a1];Zv:=z2/(cos(gamma1))^3;
YF:=YF(Zv);KF:=KHbeta*k[HV];b2:=b2min+2;sigma[F]:=1.4*T2*YF*KF/(b2*d[2]*mn);
if (sigma[F]<sigma[Fchophep]) then True else False fi;
```

$$k_{HV} := 1.2$$

$$\sigma_H := 200.$$

$$d_2 := 240$$

$$mn := 7.8$$

$$True$$

$$\theta := 54.$$

$$KHbeta := 1.0$$

$$KHbeta := 1.0$$

$$d_{a1} := 160$$

$$b2min := 120.$$

$$Zv := 33.$$

$$YF := 1.7$$

$$KF := 1.2$$

$$b2 := 120.$$

$$\sigma_F := 7.6$$

$$True$$

4.2 Hệ số dịch chỉnh

```
> x:=evalf(a[w]/m-Heso3/2,3);
```

$$x := 1.$$

4.3 Kiểm nghiệm độ bền qúa tải

```
>Kqt:=1.4;sigma[Hqt]:=sqrt(Kqt)*sigma[Hchophep];sigma[Fqt]:=sqrt(K
qt)*sigma[Fchophep];
if
(sigma[Hqt]<sigma[Hmaxchophep])and(sigma[Fqt]<sigma[Fmaxchophep])
then True else False fi;
```

$$Kqt := 1.4$$

$$\sigma_{Hqt} := 290.$$

$$\sigma_{Fqt} := 110.$$

$$True$$

4.4 Tính toán các thông số của bộ truyền

```
> print("CAC THONG SO CUA BO TRUYEN");print("khoang cach
truc");a[w]:=a[w];
print("he so duong kinh");q:=q;
print("Ty so truyen");u:=u;
print("He so dich chinh");x:=a[w]/m-.5*(q+z2);
print("So rang truc vit");z1:=z1;
print("So rang banh vit");z2:=z2;
print("goc vit");gamma1:=gamma1;
print("Duong kinh vong chia");d1:=q*m;d2:=m*z2;
```

```
print("Duong kinh vong dinh");d[a1]:=d1+2*m;d[a2]:=m*(z2+2+2*x);
print("Duong kinh vong day");d[f1]:=m*(q-2.4);d[f2]:=(z2-2.4+2*x)*m;
print("Goc om");delta:=evalf((arcsin(b2/(d[a2]-.5*m)))*180/Pi);
print("Chieu rong banh vit");b2:=b2;print("Chieu dai phan cat ren cua
truc vit");b1:=(10.5+z1)*m;print("Duong kinh ngoai cua banh vit");
d[aM2]:=d[a2]+1.5*m;
```

V. TỰ ĐỘNG KẾT XUẤT CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN TỐI ƯU

5.1 Xuất các thông số hình học của bộ truyền

"CAC THONG SO CUA BO TRUYEN

"khoang cach truc"

$a_w := 160$

"he so duong kinh"

$q := 8$

"Ty so truyen"

$u := 15$

"He so dich chinh"

$x := 1.0$

"So rang truc vit

$z1 := 2$

"So rang banh vit"

$z2 := 30$

"goc vit"

$\gamma 1 := .24$

"Duong kinh vong chia"

$d1 := 64$

$d2 := 240$

"Duong kinh vong dinh"

$d_{a1} := 80$

$$d_{a2} := 270.$$

"Duong kinh vong day"

$$d_{f1} := 45.$$

$$d_{f2} := 240.$$

"Goc om"

$$\delta := 27.$$

"Chieu rong banh vit"

$$b2 := 120.$$

"Chieu dai phan cat ren cua truc vit

$$b1 := 96.$$

"Duong kinh ngoai cua banh vit"

$$d_{aM2} := 280.$$

5.2. Tính lực tác dụng lên bộ truyền

```
> print ("Luc doc truc "); F[a1]:=2*T2/d[2]; F[a2]:=evalf(F[a1]*tan
(gamma1 + (phi)*Pi/180),3); print("Luc tiep tuyen"); F[t2]:=F[a1];
F[t1]:=F[a2]; print("Luc huong kinh "); F[r1]:=F[t2]*tan(20*3.14/180);
F[r2]:=F[r1];
```

"Luc doc truc

$$F_{a1} := 5000.$$

$$F_{a2} := 1360.$$

"Luc tiep tuyen"

$$F_{t2} := 5000.$$

$$F_{t1} := 1360.$$

"Luc huong kinh "

$$F_{r1} := 1800.$$

$$F_{r2} := 1800.$$

5.3 Tính nhiệt truyền động trục vít

```
>To:=20;td:=90;beta1:=1/(.5*1+.5*.8);Kt:=13;psi:=.25;P[1] :=5.580;
A:=.5;td:=To+(1000*(1-eta(tt)))*P[1]/(Kt*A*(1+psi)*beta1);
```

$$To := 20$$

$$td := 90$$

$$\beta 1 := 1.1$$

$$Kt := 13$$

$$\psi := .25$$

$$P_t := 5.580$$

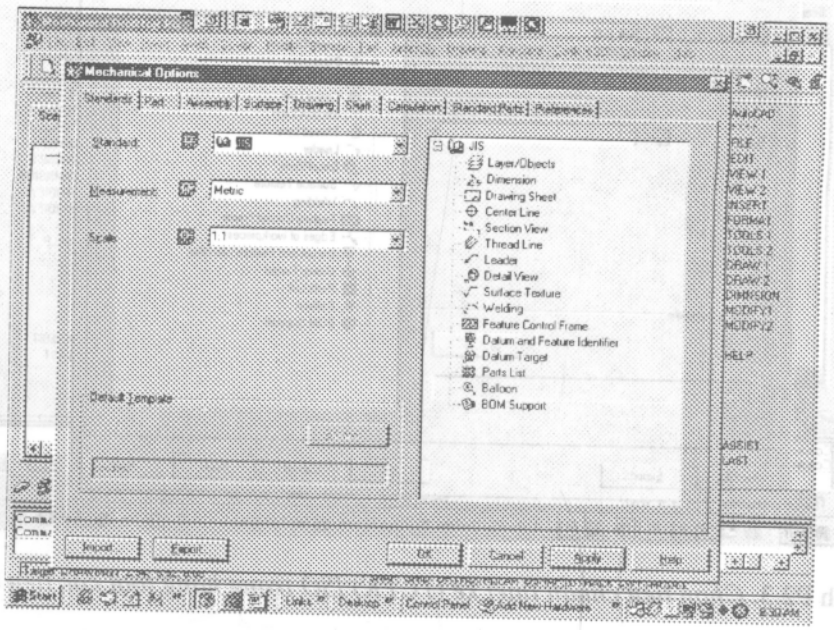
$$A := .5$$

$$td := 120.$$

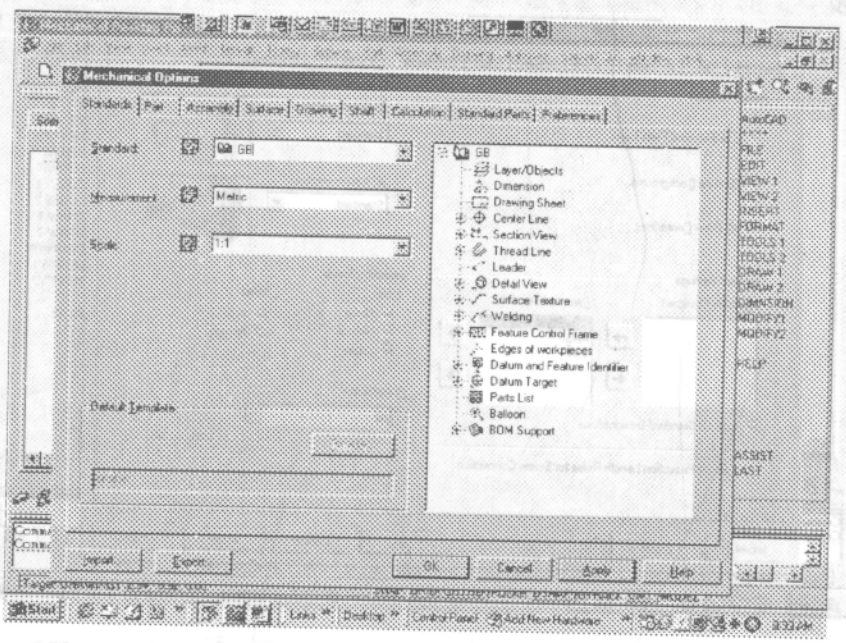
Chương trình này có thể bổ sung các ma trận vật liệu (nâng cấp và mở rộng cơ sở dữ liệu) và có thể thây đổi các thông số ban đầu (dữ liệu đầu vào) tuỳ theo yêu cầu kỹ thuật của bộ truyền một cách dễ dàng. Quá trình tự động hoá tính toán của chương trình không hề thay đổi.

PHỤ LỤC 2: CÁC TUỲ CHỌN KHI THIẾT KẾ

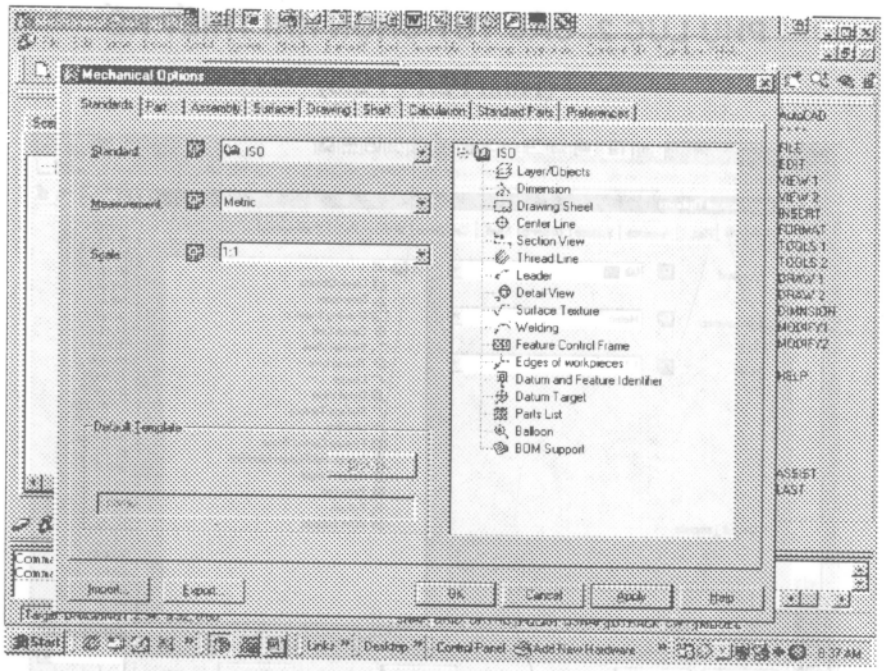
(Hình P2.1÷ P2.6)



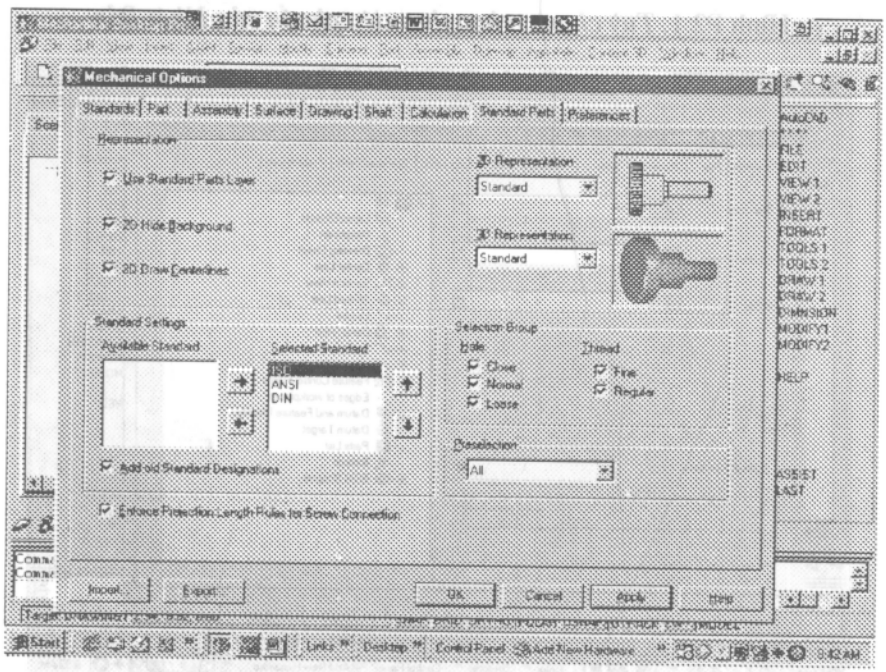
Hình P2.1. *Tuỳ chọn cơ học theo tiêu chuẩn của Nhật Bản*



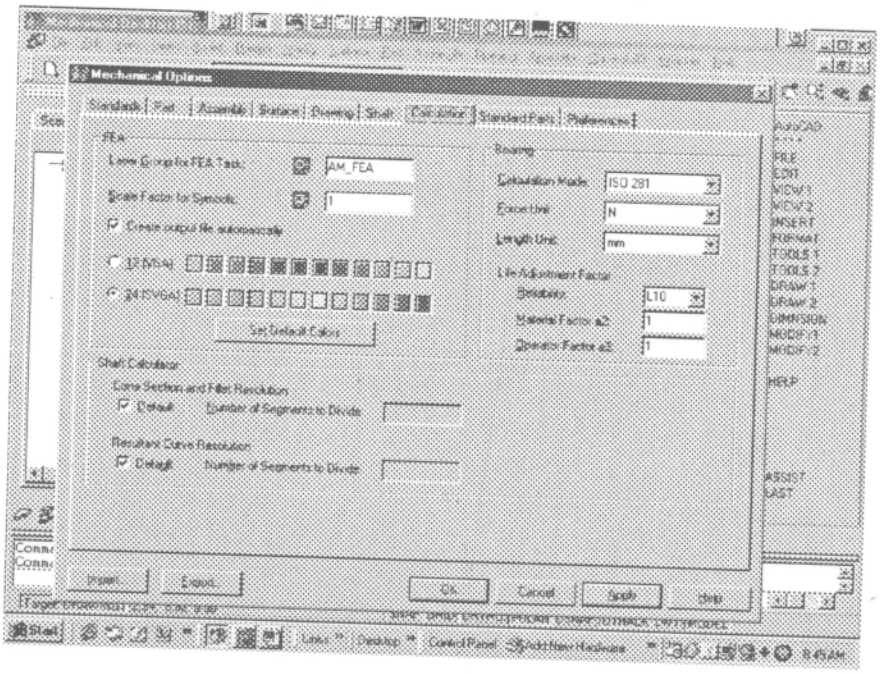
Hình P2.2. *Tuỳ chọn cơ học theo tiêu chuẩn của nước Trung Hoa*



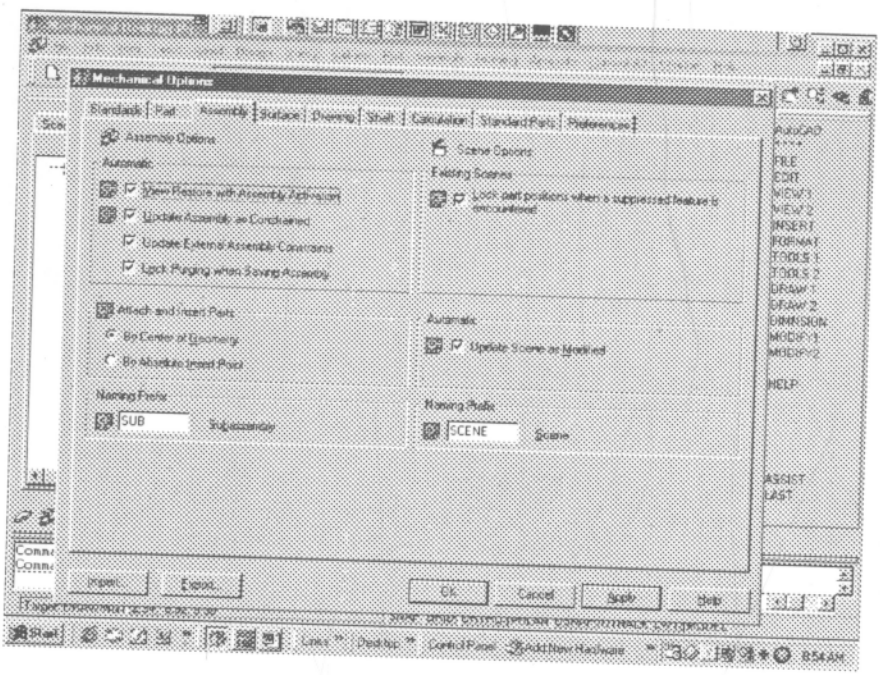
Hình P2.3. *Chọn tiêu chuẩn thiết kế (TCTK) ISO trong hàng loạt các tiêu chuẩn*



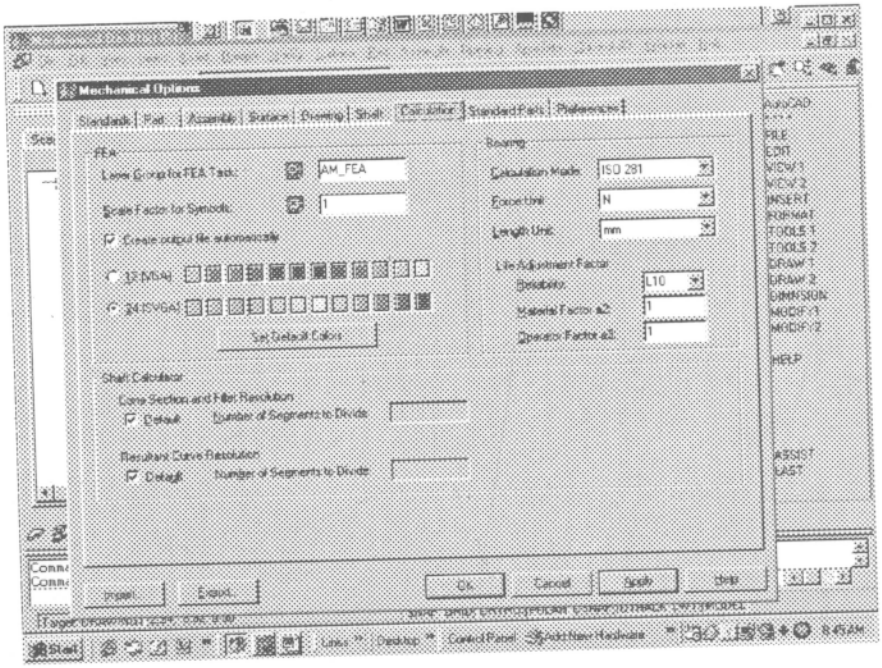
Hình P2.4: *Sử dụng các chi tiết máy đã tiêu chuẩn hoá trong ISO*



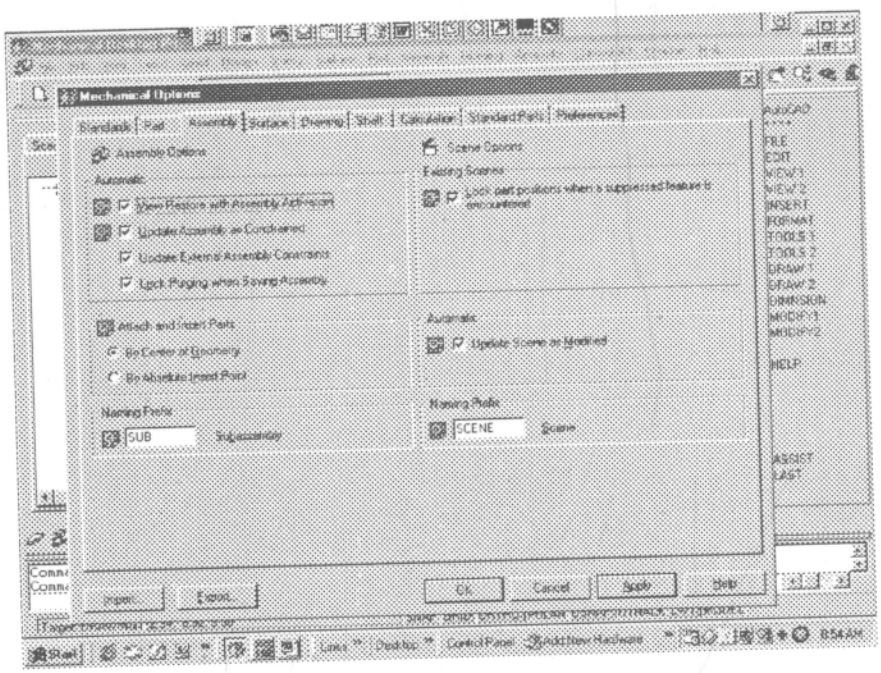
Hình P2.5. *Các đơn vị dùng trong tính toán FEM (Finite Êlement Method-Phương pháp phần tử hữu hạn)*



Hình P2.6. *Các tuỳ chọn dùng trong quá trình lắp ráp các chi tiết máy thành cum máy*



Hình P2.5. *Các đơn vị dùng trong tính toán FEM (Finite Êlement Method-Phương pháp phần tử hữu hạn)*



Hình P2.6. *Các tuỳ chọn dùng trong quá trình lắp ráp các chi tiết máy thành cum máy*

PHỤ LỤC 3: BẢNG CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ

Bảng 3.1. Các đơn vị đo lường thường dùng

Tên gọi	Đơn vị Anh-Mỹ	Hệ SI tương đương
Gia tốc	ft/s^2	0,3048 m/s^2
	$in./s^2$	0,0254 m/s^2
Diện tích	ft^2	0,0929 m^2
	in^2	645,2 mm^2
Năng lượng	ft . lb	1,356 J
Lực	kip	4,448 kN
	lb	4,448 kN
	oz	0,2780 N
Xung	lb . s	4,448 N . s
Chiều dài	ft	0,3048 m
	in.	25,40 mm
	mi	1,609 km
Khối lượng	oz mass	28,35 g
	lb mass	0,4536 kg
	slug	14,59 kg
	ton	907,2 kg
Mô men lực	lb . ft	1,356 N . m
	lb . in	0,1130 N . m
Mô men quán tính		
- của diện tích	in^4	$0,4162 \times 10^6$ mm^4
- của khối lượng	lb . ft . s^2	1,356 kg . m^2
Công suất	ft . lb/s	1,356 W
	hp	745,7 W
áp suất - ứng suất	lb/ft^2	47,88 Pa
	lb/in^2 (psi)	6,895 kPa
Vận tốc	ft/s	0,3048 m/s
	in./s	0,0254 m/s
	mi/h (mph)	0,4470 m/s
	mi/h (mph)	1,609 km/h

Tiếp bảng 3.1

Tên gọi	Đơn vị Anh-Mỹ	Hệ SI tương đương
Thể tích	ft^3 in^3	0,02832 m^3 16,39 cm^3
Chất lỏng	gal qt	3,785 l 0,9464 l
Công	ft . lb	1,356 J
Góc	Radian	rad
Gia tốc góc	Radian per second squared	rad/s^2
Vận tốc góc	Radian per second	rad/s
Mật độ	Kilogram per cubic meter	kg/m^3
Tần số	Hertz	Hz (s^{-1})
Thời gian	Second	s

Bảng P3.2. Bội số và ước số của đơn vị đo trong hệ SI

Trị số	Tên gọi	Ký hiệu
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	mega	M
1 000 = 10^3	kilo	k
100 = 10^2	hecto	h
10 = 10^1	deka	da
0,1 = 10^{-1}	deci	d
0,01 = 10^{-2}	centi	c
0,001 = 10^{-3}	milli	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a

KẾT LUẬN

1. Ngày nay công nghệ I-DESIGN đã trở thành xu thế tất yếu của quá trình thiết kế-chế tạo máy trên phạm vi toàn thế giới. Công nghệ tích hợp, tự thích nghi đã cho phép rút ngắn (hầu như song song, tức thời) quá trình từ thiết kế tới khi chế tạo hoàn chỉnh một chi tiết máy. Với công nghệ này, việc tự động hoá tính toán và thiết kế tối ưu hoàn toàn được thoả mãn.

2. Khả năng tự động hoá tính toán với việc lập trình gần gũi với ngôn ngữ tự nhiên của phần mềm *Maple* rất to lớn; khả năng tự động hoá tính chọn các chi tiết máy có công dụng chung đã được tiêu chuẩn hoá của phần mềm *MDT* cũng rất cao, nên trong cuốn sách này chúng tôi không thể giới thiệu hết được mà chỉ giới thiệu một số nét chính và mới mẻ chưa được tìm thấy trong các tài liệu tương tự về tự động hoá tính toán và tự động thiết kế chi tiết mà thôi.

3. Ngày nay, với hệ thống máy CNC trong các nhà máy chế tạo cơ khí của nước ta việc ứng dụng phần mềm *MDT* để tính toán thiết kế chi tiết máy, chắc chắn sẽ giúp tăng năng suất lao động và hạ giá thành sản phẩm, đem lại hiệu quả khoa học và kinh tế cao cho nền kinh tế quốc dân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ngô Văn Quyết:
"*Về sách giáo khoa và việc dạy-học Chi tiết máy trong các trường Đại học kỹ thuật*".Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ 6, 3-5/12/1997.
- Hànội," Hội Cơ học Việt nam ", 1997, trg 245-248.

[2] An Hiệp, Trần Vĩnh Hưng:
"*Các phần mềm ứng dụng trong ngành cơ khí* ",
- Hànội, " Giao thông vận tải ", 2001, 460 trg.

[3] An Hiệp, Trần Vĩnh Hưng:
"*Cơ sở thiết kế trên máy vi tính* ",
- Hà nội, " Giao thông vận tải ", 2002, 280 trg.

[4] Đỗ Quyết Thắng :
"*Chi tiết máy*",
- Hà nội, "Học viện Kỹ thuật Quân sự ", 1994, Tập 1, 300trg; Tập 2, 160 trg.

[5] Trịnh Chất, Lê Văn Uyển :
"*Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*",
- Hà nội, "Giáo dục", 2000, Tập 1, 272trg; Tập 2,192 trg.

[6] Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lẫm :
"*Thiết kế Chi tiết máy*".
- Hà nội, "Giáo dục ", 2000, 380 trg.

[7] Phạm Huy Điển, Đinh Thế Lục, Tạ Duy Phượng:
" *Hướng dẫn thực hành tính toán trên chương trình Maple V*".
- Hà nội, " Giáo dục ",1998,194 trg.

[8] Nguyễn Hữu Điển:

"*Hướng dẫn sử dụng Maple V*".

- Hà nội, "Thống kê ", 1999, 298 trg.

[9] Ngô Văn Quyết:

"*Cơ sở Lý thuyết Mỏi*".

- Hà nội, "Giáo dục ", 2000, 272 trg.

[10] Ngô Văn Quyết, Phạm Ngọc Phúc:

"*Ứng dụng lý thuyết Xác suất thống kê trong tính toán độ bền mỏi chi tiết máy*".

- Hà nội, "Quân đội nhân dân", 2001, 222 trg.

[11] Franz Holzweiβig, Hans Bresig :

"*Giáo trình động lực học máy*". Dịch từ tiếng Đức: Vũ Liêm Chính, Phan Nguyên Di.Hiệu đính : Nguyễn Văn Khang.

- Hà nội, "Khoa học và kỹ thuật ", 2001, 556 trg

[12] Ngô Văn Quyết, Phạm Ngọc Phúc:

"*Một số ứng dụng của phần mềm MAPLE V*".

- Hà nội, " Quân đội nhân dân ", 2002, 280 trg.

[13] Charles E. Wilson:

"*Computer Intergated Machine Design*".-International Edition.

- Prentice-Hall International, Inc;1997, 646p.

[14] Bruce W.Char, Keith O.Geddes, Gaston H.Gonnet, Benton L. Leong, Michael B. Monogan, Stephen M. Watt :

"*First Leaves:Atutorial introduction to MAPLE-V*,"

- Spring-Verlag, New York...Budapest, 1993, 254p.

[15] Alain Leroux, Roland Pomès :

" *Toutes les applications de Maple en phisique, en chimie et en mathematiques*".

- Paris, 1995, 392p.

[16] James A.Carison; Jennifer M.,J ohnson :

"*Multivariable Mathematics with Maple Linear Algebra, Vector Calculus and Diffrential Equations* ."

- Prentice Hall. London, Sydney, Toronto, Mexico,

New Delhi , Tokyo, Singapore, Rio de Janeiro, 1997, 300 p.

[17] Walter Gander Jiri Hrebicek :

"Solving Problems in Scientific Computing Using Maple and Matlab ". 3-rd Edition.

- Springer, 1997, 412 p.

[18] *Mechanical Desktop*. Release 5.

- Singapore, 2000, 662p.

[19] Cyganowski T., Kloedel P., Ombach J. :

"From Elementary Probability to Stochastic Differential Equarions with MAPLE".

-Springer, 2002, 310 p.

[20] Ngô Văn Quyết:

"*E-Textbook in the E-Education* ". Hội thảo quốc gia về

CNTT lần thứ 6.

- Thái nguyên, 29-31/8-2003, p.29.

[21] Ngô Văn Quyết:

"What's the E-Education? Tearching and Learning in the E-Education". Hội thảo quốc gia về CNTT lần thứ 7.

- Đà nẵng, 18-20/8-2004, p.47.

PGS.TS NGÔ VĂN QUYẾT

TỰ ĐỘNG HOÁ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS.TS TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập: NGUYỄN DIỆU THUÝ
Chế bản và trình bày: NGÔ VĂN QUYẾT
HUYỀN KIM

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2005

In 500 cuốn khổ *16* x *24* cm tại Xí nghiệp in Thương mại
Giấy phép xuất bản số *469* - *97* Cục xuất bản cấp *19/4/2005*
In xong và nộp lưu chiểu tháng *4/2005*.

205021

ự động hoá tính toán tk chi

1 005051 300344

39.000 VNĐ

Giá: 39.000đ