
CHỌN KIỂU LẮP CỦA Ổ LĂN VỚI TRỤC VÀ LỖ VỎ HỘP SELECTION OF BEARING FIT ON SHAFT AND IN HOUSING

TS. ĐÀO NGỌC BIÊN
Phòng Quản lý Khoa học, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Trong bài báo này trình bày trình tự tính toán để chọn kiểu lắp của các vòng ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp tùy theo dạng tải trọng tác dụng lên ổ, đồng thời xây dựng phần mềm tự động tra các bảng dung sai tiêu chuẩn và lựa chọn các lắp ghép thích hợp.

Abstract:

This article presents the calculation order for selection of bearing rings fit on the shaft and in the housing depending on the bearing load and also the establishment of the software for automatic consulting the standard tolerance tables and proper fit selection.

1. Đặt vấn đề

Ổ lăn là bộ phận máy tiêu chuẩn. Khi thiết kế máy không cần thiết kế ổ lăn mà chỉ cần chọn kiểu lắp của các vòng ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp.

Chọn kiểu lắp của các vòng ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp chủ yếu dựa vào dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ. Dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ có thể là: tải trọng cục bộ, tải trọng chu kỳ và tải trọng dao động. Đối với vòng ổ chịu tải trọng cục bộ hoặc chu kỳ cần chọn kiểu lắp có độ hở, để dưới tác động của va đập và chấn động, vòng ổ bị xô dịch đi, làm thay đổi miền chịu lực, do đó vòng ổ mòn đều hơn và nâng cao tuổi thọ của ổ. Đối với vòng ổ chịu tải trọng chu kỳ cần chọn kiểu lắp có độ dôi để duy trì sự chịu lực đồng đều của ổ.

Để chọn kiểu lắp của các vòng ổ với trục và lỗ vỏ hộp, cần thực hiện những tính toán cần thiết và tra các bảng dung sai tiêu chuẩn để tìm trị số các sai lệch giới hạn (SLGH) và dung sai (DS) của trục và lỗ vỏ hộp.

Việc thực hiện tính toán và tra các bảng DS tiêu chuẩn bằng cách thủ công không những mất thời gian mà còn có thể bị nhầm lẫn và bất tiện vì luôn cần mang theo các tài liệu để tra cứu.

Trong bài báo này trình bày trình tự tính toán để chọn kiểu lắp của ổ lăn với trục và vỏ hộp, từ đó xây dựng phần mềm cho phép tự động tính toán và tra các bảng DS tiêu chuẩn để tìm trị số các SLGH và DS của trục và vỏ hộp trong lắp ghép với vòng trong và vòng ngoài ổ lăn.

2. Trình tự tính toán để chọn kiểu lắp của ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp

2.1. Vòng ổ chịu tải trọng cục bộ

- *Lắp ghép với trục:* Dựa theo đường kính danh nghĩa của trục d , nơi lắp ổ và đặc tính của tải trọng tác dụng lên ổ K_o (hệ số tập trung ứng suất), tra bảng DS tiêu chuẩn để tìm loại DS, các SLGH và tính DS của trục;

- *Lắp ghép với vỏ hộp (bằng thép hoặc gang):* Dựa theo đường kính danh nghĩa của lỗ vỏ hộp D , tùy theo yêu cầu lắp tháo hay không tháo và đặc tính tải trọng K_o , tra bảng DS tiêu chuẩn để tìm loại DS, các SLGH và tính DS lỗ vỏ hộp.

Dung sai của trục và lỗ vỏ hộp xác định theo các công thức:

$$IT_d = es - ei; \quad (2.2)$$

$$IT_D = ES - EI, \quad (2.3)$$

es , ES và ei , EI - SLGH trên và SLGH dưới của trục và lỗ vỏ hộp.

2.2. Vòng ổ chịu tải trọng dao động

- *Lắp ghép với trục:* Dựa theo đường kính trục d , tra bảng DS tiêu chuẩn để tìm loại DS, các SLGH và tính DS của trục;

- *Lắp ghép với vỏ hộp:* Dựa theo đường kính danh nghĩa của lỗ vỏ hộp D , tra bảng DS tiêu chuẩn để tìm loại DS, các SLGH và tính DS lỗ vỏ hộp.

Dung sai của trục và lỗ vỏ hộp xác định theo các công thức (2.2) và (2.3).

2.3. Vòng ổ chịu tải trọng chu kỳ

Miền DS của trục và lỗ vỏ hộp được chọn tùy theo cường độ tải trọng hướng tâm P_r tác dụng lên ổ:

$$P_r = \frac{R}{B'} K_n F F_A, \text{ N/mm}, \quad (2.1)$$

R - phản lực hướng tâm tác dụng lên ổ, N;

B' - chiều rộng lắp của ổ, mm;

B' = B - 2r,

B - chiều rộng của ổ lăn, mm;

r - bán kính góc lượn mép ổ lăn, mm;

K_n - hệ số động học của lắp ghép, tính đến đặc tính của tải trọng, khi $K_\sigma \leq 1,5$ thì $K_n = 1$, khi $K_\sigma > 1,5$ thì $K_n = 1,8$;

F - hệ số tính đến mức độ giảm độ dôi của lắp ghép do trục rỗng hoặc do vỏ hộp có thành mỏng. Đối với trục đặc F = 1, đối với trục rỗng, tra bảng theo các tỷ số $\frac{d_{lo}}{d}$ và $\frac{D}{d}$, d_{lo} - đường kính trong của trục rỗng. Đối với vỏ hộp, trị số F tra bảng theo tỷ số $\frac{D}{D_{vo}}$, D_{vo} - đường kính ngoài của lỗ vỏ hộp có thành mỏng;

F_A - hệ số phân bố không đều tải trọng giữa các dãy con lăn, khi có tải trọng dọc trục A. Trị số F_A tra bảng theo trị số $\frac{A}{R} \cot g\beta$, β - góc tiếp xúc giữa con lăn và đường lăn vòng ngoài ổ. Nếu lực dọc trục A = 0 thì $F_A = 1$.

- *Lắp ghép với trục*: Dựa theo đường kính trục d và trị số P_r , tra bảng DS tiêu chuẩn để tìm loại DS, các SLGH và tính DS của trục;

- *Lắp ghép với vỏ hộp*: Dựa theo đường kính lỗ vỏ hộp D và trị số P_r , tra bảng DS tiêu chuẩn để tìm loại DS, các SLGH và tính DS lỗ vỏ hộp.

Dung sai của trục và lỗ vỏ hộp xác định theo các công thức (2.2) và (2.3).

3. Xây dựng phần mềm tự động tính toán và tra bảng để chọn kiểu lắp của ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp

3.1. Xây dựng phần mềm DSOL

Phần mềm tự động tính chọn kiểu lắp của ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp, có tên gọi là DSOL (Dung sai ổ lăn), được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Delphi, là ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng, dựa trên nền tảng là ngôn ngữ lập trình Pascal, có cấu trúc chặt chẽ.

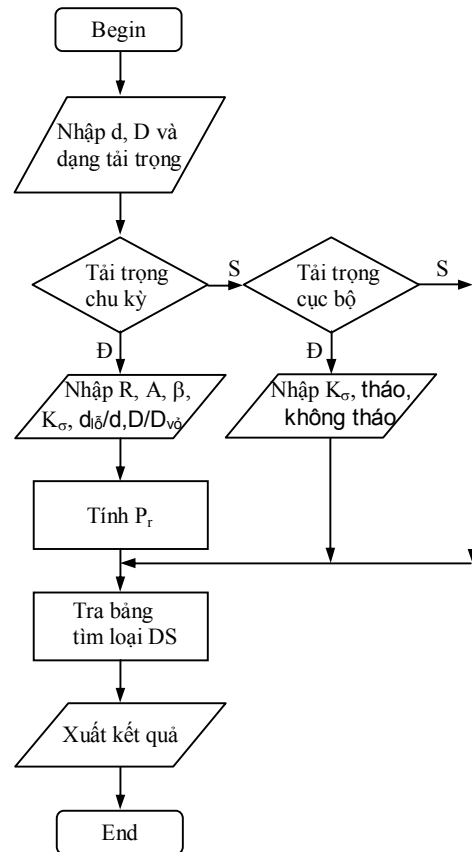
Trình tự tính toán và tra bảng để chọn kiểu lắp của các vòng ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp, tùy theo dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ, đã trình bày ở mục 2, lưu đồ thuật giải của chương trình được trình bày trên hình 3.1.

3.2. Sử dụng phần mềm DSOL

Phần mềm DSOL dùng để tự động tính toán để chọn kiểu lắp của ổ lăn với trục và vỏ hộp. Giao diện của phần mềm này được trình bày trên hình 3.2.

Các bước sử dụng phần mềm DSOL như sau:

- Nhập dữ liệu ban đầu: Cần nhập đường kính danh nghĩa của trục d, của lỗ vỏ hộp D, chọn vòng ổ cần tính toán (vòng trong hay vòng ngoài) và chọn dạng tải trọng tác dụng lên ổ. Sau khi chọn



Hình 3.1. Lưu đồ thuật giải của chương trình

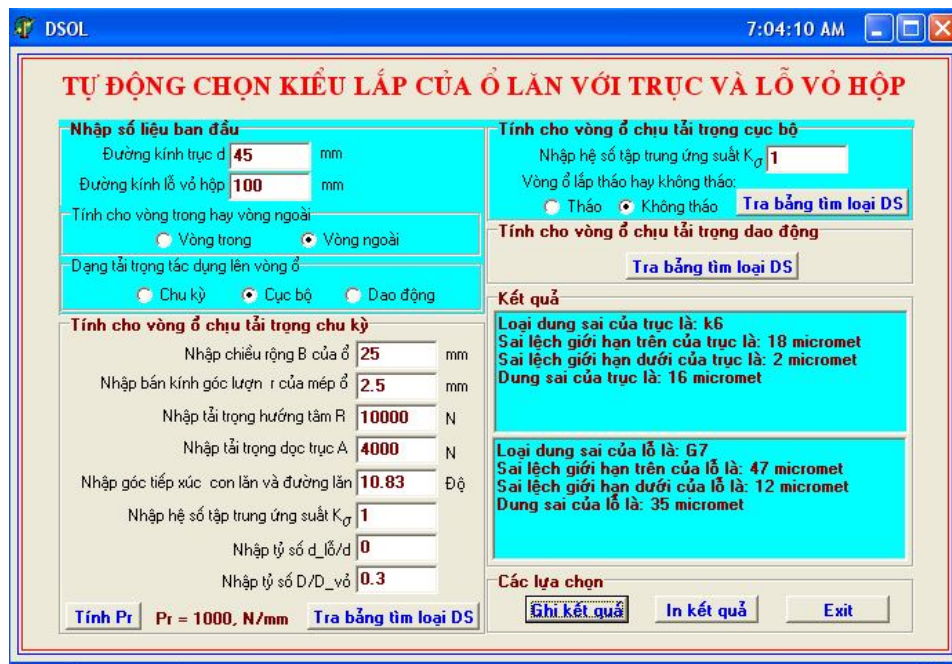
dạng tải trọng tác dụng lên ổ thì Nhóm đối tượng (GroupBox) tương ứng, dùng để tính toán, sẽ đổi sang màu xanh nhạt;

- Đối với vòng ổ chịu dạng tải trọng chu kỳ, cần nhập các số liệu cần thiết vào các Ô soạn thảo (EditBox), sau đó nhấn Nút **Tính Pr** để tính trị số cường độ tải trọng Pr, sau đó nhấn Nút **Tra bảng tìm loại DS** để tìm loại dung sai, trị số các SLGH và DS của trục hoặc lỗ vỏ hộp. Kết quả sẽ hiển thị ở Vùng văn bản (Memo) **Kết quả**;

- Đối với vòng ổ chịu tải trọng cục bộ cần nhập hệ số tập trung ứng suất K_σ , chọn kiểu lắp của vòng ổ là tháo hay không tháo, sau đó nhấn Nút **Tra bảng tìm loại DS** để tìm loại dung sai, trị số các SLGH và DS của trục hoặc lỗ vỏ hộp. Kết quả sẽ hiển thị ở Vùng văn bản **Kết quả**;

- Đối với vòng ổ chịu tải trọng dao động, chỉ cần nhấn Nút **Tra bảng tìm loại DS** để tìm loại dung sai, trị số các SLGH và DS của trục hoặc lỗ vỏ hộp. Kết quả sẽ hiển thị ở Vùng văn bản **Kết quả**;

- Có thể ghi kết quả thành tập tin văn bản, in kết quả từ màn hình hoặc thoát khỏi chương trình nhờ nhấn các nút tương ứng.



Hình 3.2. Giao diện phần mềm DSOL

3.3. Ví dụ sử dụng phần mềm DSOL

Cho ổ lăn ký hiệu 7309, có các kích thước cơ bản là $d = 45 \text{ mm}$; $D = 100 \text{ mm}$; $\beta = 10,83^\circ$. Vòng trong chịu tải trọng chu kỳ; vòng ngoài chịu tải trọng cục bộ, vòng ngoài lắp không tháo với vỏ trong quá trình sử dụng. Đặc tính của tải trọng $K_\sigma \leq 1,5$; tải trọng hướng tâm $R = 10000 \text{ N}$; tải trọng dọc trục $A = 4000 \text{ N}$.

Yêu cầu chọn kiểu lắp của ổ lăn đã cho với trục và lỗ vỏ hộp.

Để minh chứng cho tính đúng đắn của chương trình xây dựng phần mềm DSOL, tính toán được tiến hành theo 2 cách: dùng phần mềm DSOL và tính toán thủ công.

1) Dùng Phần mềm DSOL để tính toán, kết quả thu được như sau (kết quả được sao chép từ tập tin Kết quả):

- Loại dung sai của trục là: k6;
- Sai lệch giới hạn trên của trục là: 18 micromet;
- Sai lệch giới hạn dưới của trục là: 2 micromet;
- Dung sai của trục là: 16 micromet;

Loại dung sai của lỗ là: G7;
Sai lệch giới hạn trên của lỗ là: 47 micromet;
Sai lệch giới hạn dưới của lỗ là: 12 micromet;
Dung sai của lỗ là: 35 micromet;

2) Tính toán bằng cách thử công, kết quả thu được như sau:

Vòng trong chịu tải trọng chu kỳ. Để tra bảng tìm loại dung sai của trục, cần tính cường độ tải trọng hướng tâm tác dụng lên ổ theo công thức (2.1):

$$P_r = \frac{R}{B'} K_n F F_A, \text{ N/mm},$$

$R = 10000 \text{ N}$; $B' = B - 2r = 25 - 2 \cdot 2,5 = 20 \text{ mm}$;

$K_n = 1$ do $K_\sigma = 1 \leq 1,5$; hệ số F tra theo [4], bảng 4.8, đối với trục đặc $F = 1$; hệ số F_A tra theo [4], bảng 4.9, dựa theo trị số $\frac{A}{R} \cot g\beta = \frac{4000}{10000} \cot g 10,83^\circ = 2,091$, $F_A = 2$;

$$P_r = \frac{R}{B'} K_n F F_A = \frac{10000}{20} \cdot 1 \cdot 1,2 = 1000 \text{ N/mm}.$$

Dựa theo đường kính trục nơi lắp ổ $d = 45 \text{ mm}$ và trị số $P_r = 1000 \text{ N/mm}$, tra bảng 4.10 [4], tìm được loại dung sai của trục là k6. Dựa theo loại dung sai k6, tra bảng 2 (phần phụ lục) [4], tìm được SLGH của trục là $es = +18 \mu\text{m}$; $ei = +2 \mu\text{m}$. Dung sai kích thước trục là $IT_d = 18 - 2 = 16 \mu\text{m}$.

Vòng ngoài chịu tải trọng cục bộ, lắp không tháo với vỏ gang, dựa theo đường kính $D = 100 \text{ mm}$, theo [4], bảng 4.7, chọn loại DS của vỏ hộp G7. Dựa theo loại DS G7, tra bảng 1 (phần phụ lục) [4], tìm được SLGH của lỗ vỏ hộp là $ES = +47 \mu\text{m}$, $EI = +12 \mu\text{m}$. DS của lỗ vỏ hộp là: $IT_D = ES - EI = 47 - 12 = 35 \mu\text{m}$.

Như vậy: DS của trục là $\Phi 45k6 = 45_{+0,002}^{+0,018}$, của lỗ vỏ hộp là $\Phi 100G7 = 100_{+0,012}^{+0,047}$.

4. Kết luận và khuyến nghị

1. Bài báo đã trình bày trình tự tính toán để chọn kiểu lắp của ổ lăn với trục và lỗ vỏ hộp, đồng thời xây dựng Phần mềm DSOL, cho phép tự động tính toán lựa chọn DS của trục và lỗ vỏ hộp trong lắp ghép với vòng trong và vòng ngoài ổ.

2. Phần mềm DSOL có thể sử dụng như một phần mềm trợ giúp thiết kế và phục vụ cho công tác giảng dạy và học tập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Lê Phương Lan, Hoàng Đức Hải (2002), *Giáo trình lý thuyết và bài tập Borland Delphi*, Nhà xuất bản Lao động - Xã hội, Hà Nội.
- [2]. Trương Hồng Quang, An Hiệp (2002), *Bài tập Dung sai*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Việt Trung, Nguyễn Bắc Hà (2001), *Lập trình Delphi 5.0*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [4]. Ninh Đức Tồn (2007), *Dung sai và lắp ghép*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
- [5]. Hà Văn Vui (2003), *Dung sai và lắp ghép*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [6]. Hà Văn Vui, Nguyễn Chỉ Sáng, *Sổ tay thiết kế cơ khí, Tập 2*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Người phân biên: TS.Quản Trọng Hùng