

TỰ ĐỘNG HÓA XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ DUNG SAI KÍCH THƯỚC TIÊU CHUẨN CỦA LỖ, CỦA TRỤC VÀ CỦA LẮP GHÉP

THE AUTOMATION OF DETERMINATION ON ASSEMBLAGE, SHAFT AND HOLE STANDARD SIZE TOLERANCE PARAMETERS

ĐÀO NGỌC BIÊN

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: biendn@vmaru.edu.vn

Tóm tắt

Xác định các thông số dung sai kích thước tiêu chuẩn của lỗ, của trục và của lắp ghép là việc làm cần thiết khi tính toán thiết kế hoặc kiểm nghiệm các chi tiết máy và các bộ phận máy cũng như trong giảng dạy và học tập. Trong bài báo này trình bày việc tự động hóa xác định các thông số dung sai kích thước tiêu chuẩn của lỗ, của trục và của lắp ghép, xây dựng phần mềm tự động tra bảng tiêu chuẩn và tính toán các thông số này.

Từ khóa: Dung sai, kích thước, lắp ghép, lỗ, trục.

Abstract

The determination on assemblage, shaft and hole standardsize tolerance parameters is essentially required when calculating designs or testing engine mechanism and parts as well as in teaching and assessing work. In this article, the automation of determination on assemblage, shaft and hole standardsize tolerance parameters and establishment of the software automatically consulting the standard guides and calculating these parameters are presented.

Keywords: Tolerance, sizes, fits, hole, shaft.

1. Đặt vấn đề

Khi lựa chọn lắp ghép, cũng như khi kiểm nghiệm các lắp ghép đang sử dụng của các bộ phận máy móc thiết bị, người thiết kế thường phải xác định các thông số dung sai kích thước của lỗ, của trục và của lắp ghép. Công việc này gồm 2 phần chính: Tra các bảng dung sai tiêu chuẩn để tìm các sai lệch giới hạn trên và dưới sau đó tính toán các thông số dung sai như: Trị số dung sai của lỗ, của trục, đặc tính của lắp ghép, trị số độ hở hoặc độ dôi giới hạn, kích thước giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất, vẽ sơ đồ dung sai,... Những công việc này cũng thường gặp trong giảng dạy và học tập, đặc biệt là đối với môn học Dung sai Lắp ghép và Cơ sở kỹ thuật máy.

Việc tra các bảng dung sai tiêu chuẩn để tìm các thông số dung sai, sau đó tính toán theo phương pháp thủ công truyền thống gây mất thời gian, công sức và rất dễ nhầm lẫn và bất tiện vì luôn phải mang theo các bảng biểu để tra cứu. Ngoài ra, việc tính toán lựa chọn phương án tối ưu cũng khó khăn hơn. Những nhược điểm này sẽ được khắc phục bằng một phần mềm, cho phép tự động tra các bảng dung sai, sau đó tính toán các thông số dung sai và vẽ sơ đồ dung sai lắp ghép.

Trong các phần mềm tính toán cơ khí thông dụng hiện nay như: Inventor, Solidworks, Catia,... không có tính năng tự động tra bảng và tính toán các thông số Dung sai lắp ghép.

2. Trình tự tính toán xác định các thông số dung sai kích thước của lỗ, của trục và của lắp ghép

Khi cho trước kích thước danh nghĩa và ký hiệu loại dung sai của lỗ, của trục hoặc của lắp ghép thì trình tự tính toán xác định các thông số dung sai như sau:

- Từ ký hiệu loại dung sai (gồm ký hiệu sai lệch cơ bản và cấp chính xác) của lỗ và trục, dựa theo kích thước danh nghĩa, tra bảng dung sai tiêu chuẩn để tìm sai lệch giới hạn trên của lỗ (ES), của trục (es) và sai lệch giới hạn dưới của lỗ (EI), của trục (ei).

- Tính các kích thước giới hạn của lỗ và của trục:

$$\begin{aligned} D_{\max} &= d_{\text{dn}} + ES; \\ D_{\min} &= d_{\text{dn}} + EI; \\ d_{\max} &= d_{\text{dn}} + es; \\ d_{\min} &= d_{\text{dn}} + ei, \end{aligned} \quad (1)$$

D_{\max} , D_{\min} và d_{\max} , d_{\min} - các kích thước giới hạn trên và dưới của lỗ và trục.

- Tính dung sai của lỗ IT_D và của trục IT_d :

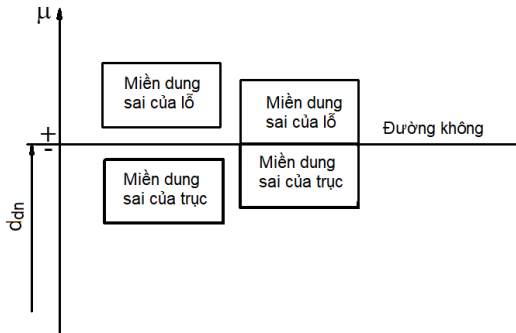
$$\begin{aligned} IT_D &= ES - EI = D_{\max} - D_{\min}; \\ IT_d &= es - ei = d_{\max} - d_{\min}. \end{aligned} \quad (2)$$

- Xác định hệ thống lắp ghép:

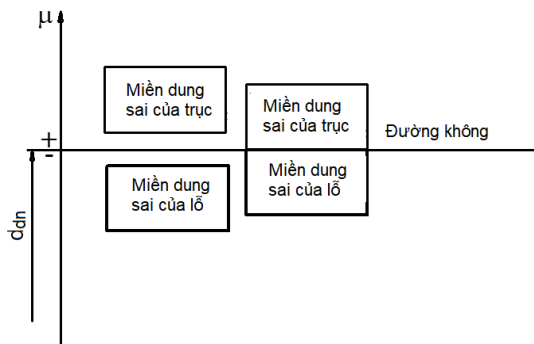
Nếu trong ký hiệu lắp ghép có ký hiệu lỗ cơ bản H hoặc trục cơ bản h (chỉ 1 trong 2 ký hiệu đó) thì lắp ghép thuộc hệ thống lỗ hoặc hệ thống trục, ngược lại thuộc loại lắp ghép phối hợp.

- Xác định đặc tính của lắp ghép:

Đặc tính của lắp ghép được xác định bởi tương quan giữa kích thước lỗ và kích thước trục hoặc tương quan vị trí của các miền dung sai của lỗ và trục trên sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép.



Hình 1. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép có độ hở



Hình 2. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép có độ dôi

+ Nếu miền dung sai lỗ nằm trên miền dung sai trục (Hình 1), nghĩa là:

$$EI \geq es, \quad (3)$$

thì đặc tính của lắp ghép là có độ hở;

+ Nếu miền dung sai của lỗ nằm dưới miền dung sai của trục (Hình 2), nghĩa là:

$$ES \leq ei, \quad (4)$$

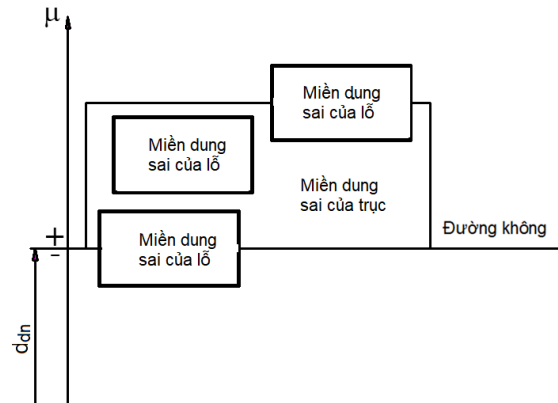
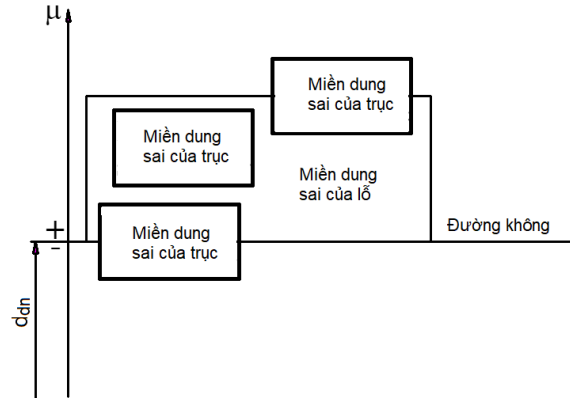
thì đặc tính của lắp ghép là có độ dôi;

+ Nếu miền dung sai của lỗ và trục giao nhau, hoặc chứa nhau (Hình 3), nghĩa là:

$$\begin{cases} ei \leq EI; \\ es > EI; \\ es \leq ES, \end{cases} \quad \text{hoặc} \quad \begin{cases} es \leq ES; \\ ei \geq EI, \end{cases} \quad \text{hoặc} \quad \begin{cases} es \geq EI; \\ ei < ES; \\ es \geq ES, \end{cases}$$

$$\text{hoặc} \quad \begin{cases} ES \leq es; \\ EI \geq ei, \end{cases} \quad (5)$$

thì đặc tính của lắp ghép là trung gian.



Hình 3. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép trung gian

- Tính độ hở hoặc độ dôi giới hạn của lắp ghép:

$$+ \text{Độ hở giới hạn:} \quad \begin{cases} S_{\max} = ES - ei; \\ S_{\min} = EI - es. \end{cases} \quad (6)$$

$$+ \text{Độ dôi giới hạn:} \quad \begin{cases} N_{\max} = es - EI; \\ N_{\min} = ei - ES. \end{cases} \quad (7)$$

- Tính độ hở trung bình hoặc độ dôi trung bình:

$$S_{tb} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}; \quad (8)$$

$$N_{tb} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}.$$

Đối với lắp ghép trung gian nếu $S_{tb} < 0$ thì lắp ghép tương ứng với độ dôi, nếu $N_{tb} < 0$ thì lắp ghép tương ứng với độ hở.

- Tính dung sai của lắp ghép:

Dung sai độ hở: $IT_S = S_{max} - S_{min}$; (9)

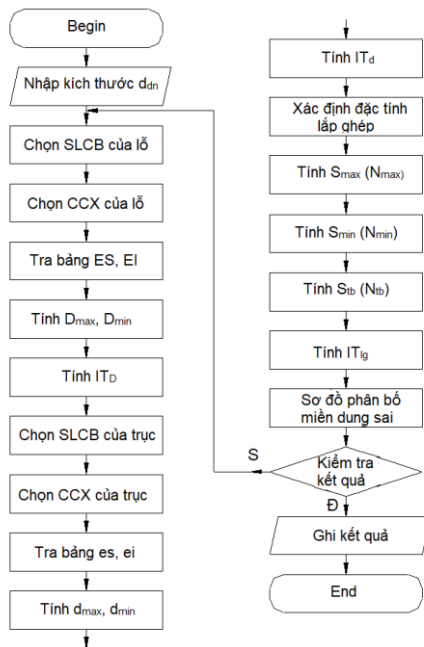
Dung sai độ dôi: $IT_N = N_{max} - N_{min}$. (10)

- Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép:

Từ các thông số tính được, có thể vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép để biểu diễn lắp ghép một cách trực quan.

3. Xây dựng và sử dụng phần mềm tự động xác định các thông số dung sai kích thước tiêu chuẩn của lỗ, của trục và của lắp ghép

Phần mềm được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Delphi, là ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng, có cấu trúc chặt chẽ, phù hợp cho việc giải quyết các bài toán kỹ thuật. Phần mềm được xây dựng theo trình tự, trình bày trên Hình 4.



Hình 4. Lưu đồ thuật giải của chương trình



Hình 5. Giao diện của chương trình

Giao diện của chương trình được trình bày trên Hình 5. Người sử dụng có thể sử dụng độc lập ô trục, ô lỗ hoặc dùng chúng kết hợp với ô lắp ghép. Trong mỗi ô, tính toán được thực hiện từ trên xuống dưới và từ trái qua phải.

4. Ví dụ sử dụng phần mềm tự động xác định các thông số dung sai kích thước của lỗ, của trục và của lắp ghép tiêu chuẩn

Ví dụ: Cho các lắp ghép 75H7/p6; 45H7/k6; 145E8/h7. Cần xác định các thông số dung sai kích thước của lỗ, của trục và của lắp ghép.

Sử dụng phần mềm nói trên vào tính toán ta được:

Lắp ghép 75H7/p6

- Các thông số của lỗ:

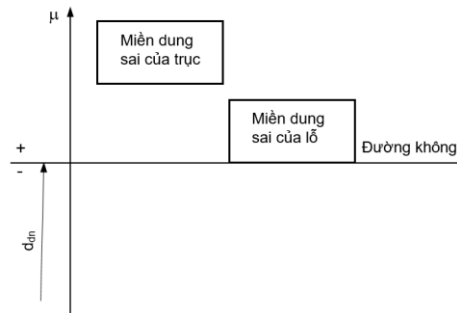
- + Loại dung sai H7;
- + Sai lệch giới hạn trên ES = 30 μm;
- + Sai lệch giới hạn dưới EI = 0;
- + Kích thước giới hạn lớn nhất D_{max} = 75,03 mm;
- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất D_{min} = 75 mm;
- + Dung sai kích thước lỗ IT_D = 30 μm;

- Các thông số của trục:

- + Loại dung sai p6;
- + Sai lệch giới hạn trên es = 51 μm;
- + Sai lệch giới hạn dưới ei = 32;
- + Kích thước giới hạn lớn nhất d_{max} = 75,051 mm;
- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất D_{min} = 75,032 mm;
- + Dung sai kích thước trục IT_d = 19 μm;

- Các thông số của lắp ghép:

- + Ký hiệu lắp ghép 75H7/p6;
- + Đặc tính của lắp ghép: Có độ dôi;
- + Hệ thống lắp ghép: Hệ thống lỗ;
- + Độ dôi lớn nhất N_{max} = 51 μm;
- + Độ dôi nhỏ nhất N_{min} = 2 μm;
- + Độ dôi trung bình N_{tb} = 26,5 μm;
- + Dung sai của lắp ghép IT_{Ig} = 49 μm;
- + Sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép trình bày trên Hình 6.



Hình 6. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép 75H7/p6

Lắp ghép 45H7/k6

- Các thông số của lỗ:

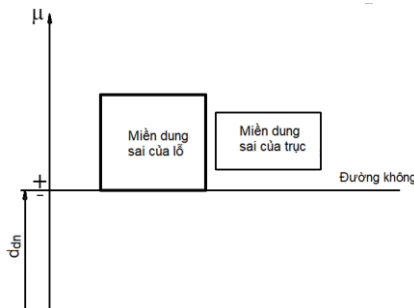
- + Loại dung sai H7;
- + Sai lệch giới hạn trên ES = 25 μm;
- + Sai lệch giới hạn dưới EI = 0;
- + Kích thước giới hạn lớn nhất $D_{max} = 45,025$ mm;
- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất $D_{min} = 45$ mm;
- + Dung sai kích thước lỗ $IT_D = 25$ μm;

- Các thông số của trục:

- + Loại dung sai k6;
- + Sai lệch giới hạn trên es = 18 μm;
- + Sai lệch giới hạn dưới ei = 2;
- + Kích thước giới hạn lớn nhất $d_{max} = 45,018$ mm;
- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất $d_{min} = 45,002$ mm;
- + Dung sai kích thước trục $IT_d = 16$ μm;

- Các thông số của lắp ghép

- + Ký hiệu lắp ghép 45H7/k6;
- + Đặc tính của lắp ghép: Trung gian;
- + Hệ thống lắp ghép: Hệ thống lỗ;
- + Độ dôi lớn nhất $N_{max} = 18$ μm;
- + Độ hở lớn nhất $S_{max} = 23$ μm;
- + Độ dôi trung bình $N_{tb} = -2,5$ μm;
- + Dung sai của lắp ghép $IT_{lg} = 41$ μm;
- + Sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép trình bày trên Hình 7.



Hình 7. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép 45H7/k6

Lắp ghép 145E8/h7

- Các thông số của lỗ:

- + Loại dung sai E8;
- + Sai lệch giới hạn trên ES = 390 μm;
- + Sai lệch giới hạn dưới EI = 200;
- + Kích thước giới hạn lớn nhất $D_{max} = 145,39$ mm;
- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất $D_{min} = 145,2$ mm;
- + Dung sai kích thước lỗ $IT_D = 190$ μm;

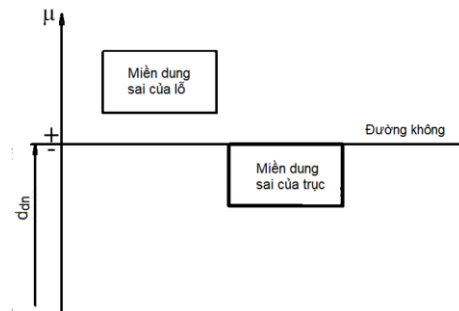
- Các thông số của trục:

- + Loại dung sai h7;
- + Sai lệch giới hạn trên es = 0;
- + Sai lệch giới hạn dưới ei = -40 μm;
- + Kích thước giới hạn lớn nhất $d_{max} = 145$ mm;

- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất $D_{min} = 144,96$ mm;
- + Dung sai kích thước trục $IT_d = 40$ μm;

- Các thông số lắp ghép:

- + Ký hiệu lắp ghép 145E8/h7;
- + Đặc tính của lắp ghép: Có độ hở;
- + Hệ thống lắp ghép: Hệ thống trục;
- + Độ dôi lớn nhất $S_{max} = 430$ μm;
- + Độ dôi nhỏ nhất $S_{min} = 200$ μm;
- + Độ dôi trung bình $S_{tb} = 315$ μm;
- + Dung sai của lắp ghép $IT_{lg} = 230$ μm;
- + Sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép trình bày trên Hình 8.



Hình 8. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép 145E8/h7

4. Kết luận và khuyến nghị

Bài báo đã trình bày việc xây dựng một phần mềm, cho phép tự động tra bảng, tính toán các thông số Dung sai lắp ghép và vẽ sơ đồ dung sai.

Trình bày việc sử dụng Phần mềm đã xây dựng để xác định các thông số dung sai kích thước tiêu chuẩn của lỗ, của trục và của lắp ghép cho một số trường hợp cụ thể. Có thể sử dụng Phần mềm này vào việc tính toán Dung sai lắp ghép trên thực tế, cũng như trong công tác nghiên cứu, giảng dạy và học tập.

Công bố này được sử dụng cho đề tài nghiên cứu khoa học thuộc trường Đại học Hàng hải Việt Nam năm học 2019-2010: “Nghiên cứu tự động hóa tính toán dung sai kích thước và dung sai lắp ghép”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đào Ngọc Biên, *Tự động hoá tính chọn lắp ghép tiêu chuẩn*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, (Số 3+4), tr. 71- 73, 2005.
 [2] Hà Văn Vui, *Dung sai và lắp ghép*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.
 [3] Ninh Đức Tôn, *Dung sai và lắp ghép*, NXB Giáo Dục, Hà Nội, 2006.
 [4] Nguyễn Việt Trung, Nguyễn Bắc Hà, *Lập trình*

Delphi 5.0, NXB GTVT, Hà Nội, 2001.

- [5] В. Г. Мельников, Л. С. Казанов, *Основы стандартизации, допуски, посадки и техническое измерение*, Москва “Высшая школа”, 1978.

Ngày nhận bài:	04/01/2020
Ngày nhận bản sửa:	17/01/2020
Ngày duyệt đăng:	30/01/2020