

**TỰ ĐỘNG HÓA TÍNH TOÁN ĐỘ BỀN VÀ TRA CỨU
DUNG SAI KÍCH THƯỚC MỐI GHÉP THEN BẰNG
THE AUTOMATION OF DURABILITY CALCULATION AND
DIMENSION TOLERANCE APPLYING OF FLAT KEY JOINT**

TS. ĐÀO NGỌC BIÊN
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Trong bài báo này trình bày việc xây dựng và sử dụng phần mềm tự động tính toán độ bền và tra cứu dung sai kích thước mối ghép then bằng.

Abstract:

Presented in this article are the establishment and usage of the software automatically performing the durability calculation and dimension tolerance applying of flat key joint.

1. Đặt vấn đề

Mối ghép then bằng dùng để truyền mômen xoắn từ trục sang máy và ngược lại.

Trong tính toán thiết kế các trục thường phải tính toán kiểm nghiệm độ bền và tra cứu dung sai kích thước các phần tử mối ghép then.

Khi tính toán mối ghép then cần tra bảng tiêu chuẩn để tìm các kích thước của then, của rãnh trục và rãnh máy. Khi xác định dung sai kích thước các phần tử của mối ghép then cần tra các bảng dung sai tiêu chuẩn để tìm các sai lệch giới hạn (SLGH), sau đó tính toán dung sai kích thước.

Việc tính toán và tra cứu các thông số bằng cách thủ công không những mất thời gian mà còn có thể nhầm lẫn và bất tiện vì luôn cần thiết mang theo các tài liệu tra cứu.

Trong bài báo này trình bày việc xây dựng phần mềm tự động tính toán kiểm nghiệm độ bền và tra cứu dung sai kích thước các phần tử của mối ghép then bằng, là một trong các loại then được dùng phổ biến hiện nay.

2. Tính toán kiểm nghiệm độ bền và tra cứu dung sai kích thước các phần tử mối ghép then bằng

2.1. Tính toán kiểm nghiệm độ bền

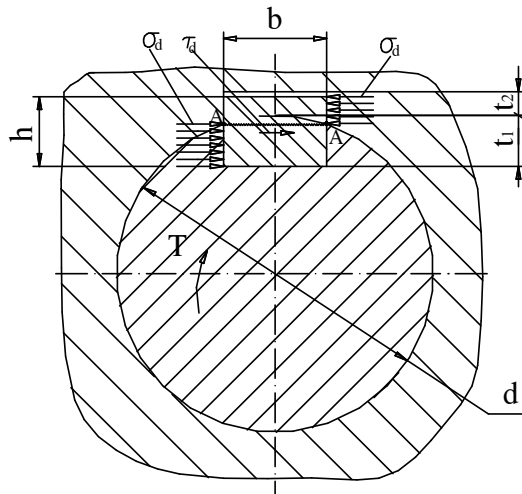
Khi làm việc, then chịu đập ở 2 phần của 2 mặt bên và chịu cắt theo tiết diện A-A như hình vẽ 2.1.

Tính toán kiểm nghiệm độ bền mối ghép then bằng là tính toán kiểm nghiệm ứng suất đập trên 2 bề mặt làm việc và ứng suất cắt trên tiết diện nguy hiểm của then.

Trình tự tính toán kiểm nghiệm độ bền mối ghép then bằng như sau:

- Từ đường kính trục d , nơi lắp then, tra bảng tiêu chuẩn để tìm chiều rộng b , chiều cao h của then, chiều sâu rãnh then trên trục t_1 và chiều sâu rãnh then trên máy t_2 ;

- Tính chiều dài then $l = (0,8 \dots 0,9)l_m$, l_m - chiều dài máy. Tra bảng tiêu chuẩn để lấy l tiêu chuẩn;



Hình 2.1. Ứng suất đập và cắt trong mối ghép then

- Kiểm nghiệm then về bền đập và bền cắt:

$$\sigma_d = \frac{2T}{dl(h - t_1)} \leq [\sigma_d] \tag{2.1}$$

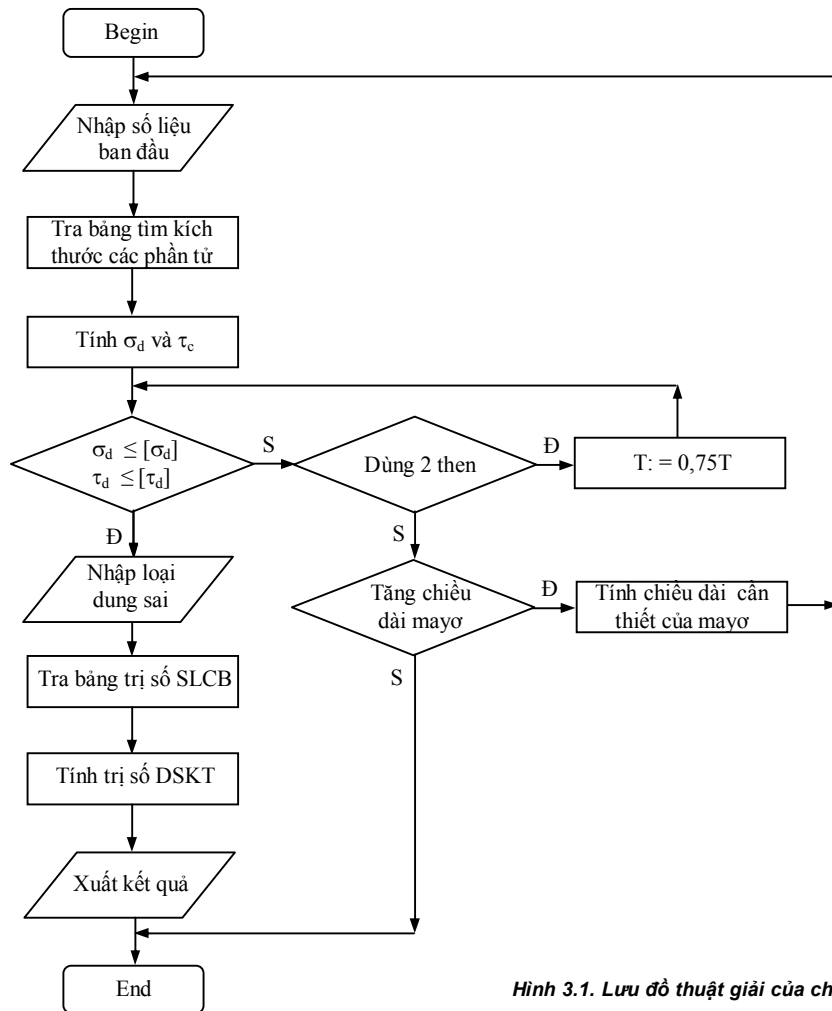
$$\tau_c = \frac{2T}{dlb} \leq [\tau_c], \tag{2.2}$$

$[\sigma_d], [\tau_c]$ - ứng suất dập và ứng suất cắt cho phép của vật liệu then;
 T - mômen xoắn truyền qua mỗi ghép then;
 - Nếu một hoặc cả hai điều kiện (2.1) và (2.2) không thỏa mãn thì có thể dùng 2 then đặt cách nhau 180° , khi đó mỗi then được coi là chịu $0,75T$ hoặc tăng chiều dài mayơ, do đó tăng được chiều dài l của then.

2.2. Tra cứu dung sai kích thước các phần tử của mỗi ghép then bằng

Tham gia mỗi ghép then gồm 3 tiết máy (hình 2.1) là then, trục và mayơ. Lắp ghép được thực hiện theo mặt phẳng (mặt bên của then) và kích thước lắp ghép là chiều rộng b của then (cũng là của rãnh trục và rãnh của mayơ).

TCVN 4216+4218 qui định các loại dung sai kích thước cho các phần tử mỗi ghép then như sau: Chiều rộng b của then: h9; chiều cao h của then: h11; chiều dài l của then: h14; chiều rộng rãnh trên trục b: H9, N9, P9; chiều rộng rãnh trên mayơ: D10, Js9, P9; chiều sâu rãnh trên trục t_1 và trên mayơ t_2 : H15; chiều dài rãnh trên trục và trên mayơ: H14.



Hình 3.1. Lưu đồ thuật giải của chương trình

Kiểu lắp của then với trục và của then với mayơ được chọn tùy theo đặc tính yêu cầu của mỗi ghép. Thông thường then được lắp cố định trên trục và lắp động với mayơ. Độ dôi của lắp ghép đảm bảo then không bị dịch chuyển khi sử dụng, còn độ hở để bù lại sai số và độ nghiêng của rãnh.

Tiêu chuẩn qui định 3 kiểu lắp mỗi ghép then bằng như sau:

- Mỗi ghép có mayơ xê dịch tự do: then với trục theo H9/h9; then với mayơ theo D10/h9;

- Mỗi ghép bình thường: then với trục theo N9/h9; then với máyø theo Js9/h9;
 - Mỗi ghép chắc (độ dôi lớn): then với trục theo P9/h9; then với máyø theo P9/h9.
- Ngoài ra, có thể phối hợp loại dung sai h9 của then với bất kỳ loại dung sai nào của rãnh trục và rãnh máyø tùy theo đặc tính yêu cầu của mỗi ghép.

Để xác định dung sai kích thước các phần tử của mỗi ghép then, trước tiên cần tra các bảng dung sai để tìm trị số các SLGH, dựa theo các kích thước danh nghĩa b, h, l, t₁, t₂ và loại dung sai (gồm sai lệch cơ bản và cấp chính xác) được chọn, sau đó tính trị số dung sai kích thước theo các công thức sau:

$$\text{- Đối với lỗ: } IT_D = ES - EI; \quad (2.3)$$

$$\text{- Đối với trục: } IT_d = es - ei; \quad (2.4)$$

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

3. Xây dựng phần mềm tự động tính toán kiểm nghiệm độ bền và tra cứu dung sai kích thước các phần tử của mỗi ghép then bằng

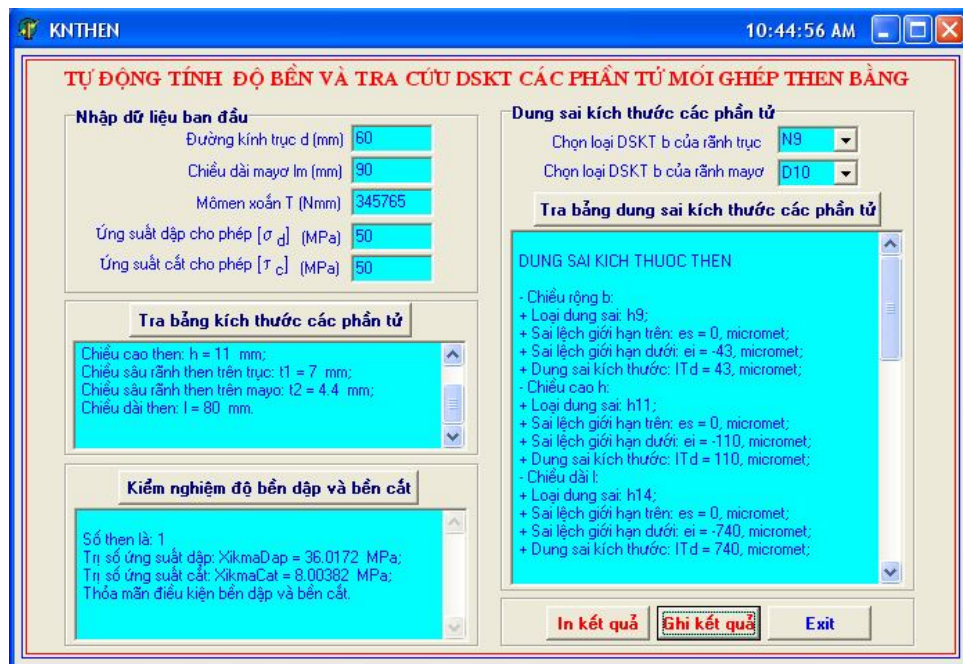
3.1. Xây dựng phần mềm

Phần mềm tự động tính toán kiểm nghiệm và tra cứu dung sai kích thước các phần tử mỗi ghép then bằng (gọi tên là KNTHEN) được viết bằng ngôn ngữ lập trình Delphi, là một ngôn ngữ lập trình mạnh rất thích hợp để giải các bài toán kỹ thuật.

Trình tự tính toán khi sử dụng phần mềm này phù hợp với nội dung tính toán đã trình bày trong mục 2.

Lưu đồ thuật giải của chương trình được trình bày trên hình 3.1.

3.2. Sử dụng phần mềm



Hình 3.2. Giao diện phần mềm KNTHEN

Giao diện phần mềm KNTHEN được trình bày trên hình 3.2. Trình tự tính toán bằng phần mềm này như sau:

- Nhập số liệu ban đầu để tra bảng tìm kích thước các phần tử mỗi ghép then và tính toán kiểm nghiệm độ bền;
- Nhấn nút **Tra bảng kích thước các phần tử** để tìm các kích thước b, h, t₁, t₂ và l;
- Nhấn nút **Kiểm nghiệm độ bền đập và bền cắt** để tính toán kiểm nghiệm độ bền đập và độ bền cắt của then, đồng thời xử lý tình huống khi điều kiện bền không thỏa mãn;

- Chọn loại DSKT chiều rộng b của rãnh trục và rãnh mayơ trong các danh sách sổ xuống tương ứng, sau đó nhấn nút **Tra bảng tìm DSKT các phần tử** để tra DSKT các phần tử của then, rãnh trục và rãnh mayơ;

- Ghi kết quả thành tập tin văn bản, in kết quả trực tiếp từ màn hình hoặc thoát khỏi chương trình nhờ nhấn các nút **Ghi kết quả**, **In kết quả** hoặc **Thoát**.

3.3. Thí dụ sử dụng phần mềm

Để minh chứng cho tính chính xác của chương trình xây dựng phần mềm KNTHEN, ta dùng phần mềm này để tính toán cho thí dụ cụ thể và so sánh kết quả thu được với kết quả tính toán thủ công.

Thí dụ: Tính toán kiểm nghiệm độ bền mối ghép then bằng và tra bảng dung sai kích thước các phần tử của nó với các số liệu sau:

- Đường kính trục, nơi lắp then d = 60 mm;
- Chiều dài mayơ l_m = 90 mm;
- Mômen xoắn truyền qua mối ghép then T = 435765 Nmm;
- Ứng suất dập và ứng suất cắt cho phép của vật liệu then [σ_d] = 50 MPa, [τ_c] = 50 MPa;
- Loại dung sai chiều rộng b của rãnh trục N9;
- Loại dung sai chiều rộng b của rãnh mayơ D10.

Tính bằng phần mềm KNTHEN	Tính thủ công
<p>Kích thước các phần tử Chiều rộng then: b = 18 mm; Chiều cao then: h = 11 mm; Chiều sâu rãnh then trên trục: t₁ = 7 mm; Chiều sâu rãnh then trên mayơ: t₂ = 4.4 mm; Chiều dài then: l = 80 mm.</p>	<p>Kích thước các phần tử Chiều rộng then: b = 18 mm; Chiều cao then: h = 11 mm; Chiều sâu rãnh then trên trục: t₁ = 7 mm; Chiều sâu rãnh then trên mayơ: t₂ = 4.4 mm; Chiều dài then: l = 80 mm.</p>
<p>Kiểm nghiệm độ bền Số then là: 1 Trị số ứng suất dập: XikmaDap = 45.392 MPa; Trị số ứng suất cắt: XikmaCat = 10.087 MPa; Thỏa mãn điều kiện bền dập và bền cắt.</p>	<p>Kiểm nghiệm độ bền Số then là: 1; Trị số ứng suất dập: σ_d = 45.392 MPa; Trị số ứng suất cắt: τ_c = 10.087; Thỏa mãn điều kiện bền dập và bền cắt.</p>
<p>Dung sai Kích thước các phần tử DUNG SAI KÍCH THƯỚC THEN - Chiều rộng b: + Loại dung sai: h9; + Sai lệch giới hạn trên: es = 0, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = - 43, micromet; + Dung sai kích thước: ITd = 43, micromet; - Chiều cao h: + Loại dung sai: h11; + Sai lệch giới hạn trên: es = 0, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = - 110, micromet; + Dung sai kích thước: ITd = 110, micromet; - Chiều dài l: + Loại dung sai: h14; + Sai lệch giới hạn trên: es = 0, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = -740, micromet; + Dung sai kích thước: ITd = 740, micromet;</p> <p>DUNG SAI KÍCH THƯỚC RANH TRỤC - Chiều rộng b: + Loại dung sai: N9; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 0, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = - 43, micromet; + Dung sai kích thước: ITD = 43, micromet;</p>	<p>Dung sai kích thước các phần tử Dung sai kích thước then - Chiều rộng b: + Loại dung sai: h9; + Sai lệch giới hạn trên: es = 0, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = - 43 μm; + Dung sai kích thước: ITd = 43 μm; - Chiều cao h: + Loại dung sai: h11; + Sai lệch giới hạn trên: es = 0, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = - 110 μm; + Dung sai kích thước: ITd = 110 μm; - Chiều dài l: + Loại dung sai: h14; + Sai lệch giới hạn trên: es = 0, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = - 740 μm; + Dung sai kích thước: ITd = 740 μm;</p> <p>Dung sai kích thước rãnh trục - Chiều rộng b: + Loại dung sai: N9; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 0, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = - 43 μm; + Dung sai kích thước: ITD = 43 μm; - Chiều sâu t₁:</p>

<p>- Chiều sau t1: + Loại dung sai: H15; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 480, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 0, micromet; + Dung sai kích thước: ITD = 480, micromet; - Chiều dài l: + Loại dung sai: H14; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 740, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 0, micromet; + Dung sai kích thước: ITD = 740, micromet;</p> <p>DUNG SAI KÍCH THƯỚC RANH MAYO</p> <p>- Chiều rộng b: + Loại dung sai: D10; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 120, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 50, micromet; + Dung sai kích thước: ITD = 70, micromet; - Chiều sau t2: + Loại dung sai: H15; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 480, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 0, micromet; + Dung sai kích thước: ITD = 480, micromet; - Chiều dài l: + Loại dung sai: H14; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 740, micromet; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 0, micromet; + Dung sai kích thước: ITD = 740, micromet;</p>	<p>+ Loại dung sai: H15; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 480, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 0 μm; + Dung sai kích thước: ITD = 480 μm; - Chiều dài l: + Loại dung sai: H14; + Sai lệch giới hạn trên: es = 740, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = 0 μm; + Dung sai kích thước: ITD = 740 μm;</p> <p>Dung sai kích thước rãnh mayo</p> <p>- Chiều rộng b: + Loại dung sai: D9; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 120, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 50 μm; + Dung sai kích thước: ITD = 70 μm; - Chiều sâu t2: + Loại dung sai: H15; + Sai lệch giới hạn trên: ES = 480, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: EI = 0 μm; + Dung sai kích thước: ITD = 480 μm; - Chiều dài l: + Loại dung sai: H14; + Sai lệch giới hạn trên: es = 740, μm; + Sai lệch giới hạn dưới: ei = 0 μm; + Dung sai kích thước: ITD = 740 μm;</p>
--	--

Như vậy kết quả tính toán bằng phần mềm KNTHEN và kết quả tính toán thủ công là hoàn toàn phù hợp nhau.

Kết luận và khuyến nghị

1. Bài báo đã trình bày việc xây dựng và sử dụng phần mềm KNTHEN, cho phép tự động tính toán kiểm nghiệm độ bền và tra cứu DSKT mối ghép then bằng.

2. Phần mềm KNTHEN có thể sử dụng như một phần mềm trợ giúp thiết kế hoặc sử dụng cùng với giáo án điện tử như một giáo cụ phục vụ cho công tác giảng dạy và học tập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển (2005), *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí - Tập 1*, Nxb Giáo dục, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Trọng Hiệp (1999), *Chi tiết máy - Tập 1*, Nxb Giáo dục, Hà Nội.
- [3]. An Hiệp, Trần Vĩnh Hưng (1999), *Dung sai và đo lường cơ khí*, Nxb Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [4]. Lê Phương Lan, Hoàng Đức Hải (2002), *Giáo trình lý thuyết và bài tập Borland Delphi*, Nxb Lao động - Xã hội, Hà Nội.
- [5]. Ninh Đức Tồn (2000), *Dung sai và lắp ghép*, Nxb Giáo Dục, Hà Nội.
- [6]. Nguyễn Việt Trung, Nguyễn Bắc hà (2001), *Lập trình Delphi 5.0*, Nxb Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [7]. Hà Văn Vui (2003), *Dung sai và lắp ghép*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [8]. В. Г. Мельников, Л. С. Казанов (1978), *Основы стандартизации, допуски, посадки и метрическое измерение*, Москва "Высшая школа".

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Thường