

TÍNH TOÁN CÁC MỐI GHÉP KẸP CALCULATION OF CLAMP JOINTS

TS. ĐÀO NGỌC BIÊN
Viện Khoa học cơ sở, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Trong bài báo này trình bày kết cấu, nguyên lý làm việc, trình tự tính toán và xây dựng chương trình tự động tính toán các mối ghép kẹp.

Abstract

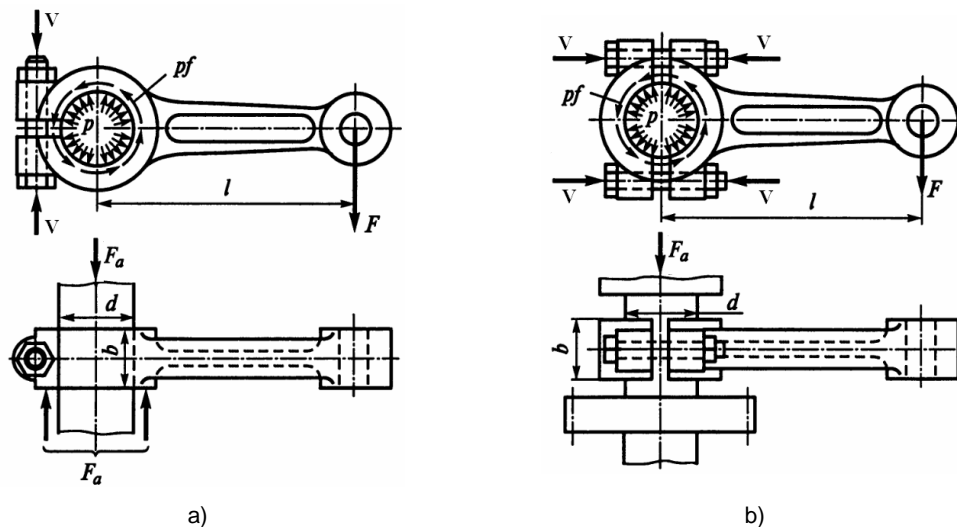
In this article are the structure, the working principle, the calculating order and the establishment of the program for automatically calculating of clamp joints presented.

1. Đặt vấn đề

Mối ghép kẹp dùng để kẹp các tiết máy dạng thanh truyền, cánh tay đòn... lên trục và các thanh dầm có tiết diện tròn khác.

Theo kết cấu, các mối ghép kẹp được chia ra làm hai loại:

- Mối ghép kẹp có máyơ xẻ rãnh (hình 1.1, a);
- Mối ghép kẹp có máyơ rời (hình 1.1, b).



Hình 1.1. Các loại mối ghép kẹp: a) - mối ghép có máyơ xẻ rãnh; b) - mối ghép có máyơ rời.

Mối ghép kẹp làm việc nhờ lực ma sát sinh ra trên bề mặt tiếp xúc giữa trục và đầu kẹp, do xiết các bulông gây nên. Lực ma sát cho phép mối ghép kẹp truyền được cả mômen $M = Fl$ và lực dọc trục F_a .

Máyơ rời làm tăng khối lượng và giá thành mối ghép nhưng cho phép lắp đầu kẹp ở bất cứ chỗ nào của trục, không phụ thuộc vào dạng và kích thước của các đoạn trục bên cạnh, đồng thời không cần tháo các chi tiết máy khác đã lắp lên trục.

Ưu điểm của mối ghép kẹp:

- Tháo lắp đơn giản;
- Có khả năng thay đổi hoặc điều chỉnh vị trí tương đối giữa các tiết máy (trục và đầu kẹp) theo phương dọc trục cũng như theo chu vi.

Nhược điểm:

- Khả năng tải nhỏ;

- Hệ số ma sát không ổn định và sự phân tán khả năng tải.

Việc tính toán các mối ghép kẹp chưa được phổ biến rộng rãi. Trong bài báo này trình bày phương pháp tính toán các mối ghép kẹp, xây dựng phần mềm tự động tính toán và tra bảng tìm đường kính tiêu chuẩn các bulông của các mối ghép này.

2. Phương pháp tính toán các mối ghép kẹp

Trước tiên ta xem xét việc tính toán các mối ghép kẹp có mayơ rời (hình 1.1, b).

Tùy theo kết cấu của mối ghép, khi tính toán có thể xét hai trường hợp giới hạn sau (hình 2.1):

2.1. Trường hợp giới hạn thứ nhất

Đầu kẹp có độ cứng cao và lắp ghép giữa các tiết máy là lắp ghép có khe hở lớn (hình 2.1, a). Khi đó có thể coi các tiết máy tiếp xúc theo đường và điều kiện bền của mối ghép có dạng

$$\begin{cases} F_{ms} d = F_n f d \geq T; \\ 2F_n f \geq F_a, \end{cases} \quad (2.1)$$

F_{ms} và F_n - lực ma sát và áp lực tại chỗ tiếp xúc; f - hệ số ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc.

Từ điều kiện cân bằng một nửa bất kỳ của đầu kẹp ta có:

$$F_n = 2V, \quad (2.2)$$

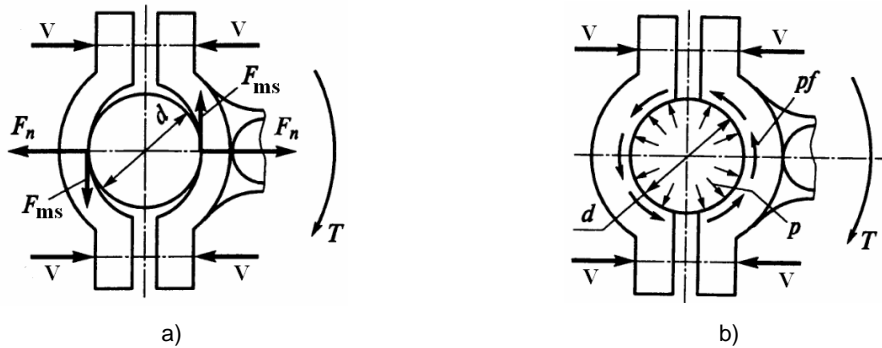
V - lực xiết mỗi bulông.

Từ (2.1) và (2.2) ta có

$$\begin{cases} 2Vfd \geq T; \\ 4Vf \geq F_a. \end{cases} \quad (2.3)$$

2.2. Trường hợp giới hạn thứ hai

Đầu kẹp đủ mềm, bề mặt tiếp xúc của các tiết máy có dạng hình trụ lý tưởng, khe hở trong mối ghép bằng không (hình 2.1, b).



Hình 2.1. Các trường hợp tính toán giới hạn mối ghép kẹp

a) - đầu kẹp và trực tiếp xúc theo đường; b) - đầu kẹp và trực tiếp xúc theo mặt.

Trong trường hợp này có thể giả thiết áp suất p phân bố đều theo bề mặt tiếp xúc và điều kiện bền của mối ghép có dạng

$$\begin{cases} p f \pi b d \frac{d}{2} \geq T; \\ p f \pi b d \geq F_a. \end{cases} \quad (2.4)$$

Từ điều kiện cân bằng một nửa bất kỳ của đầu kẹp (tương tự như khi tính áp suất trong ổ trượt, với áp suất phân bố đều), ta có

$$p = \frac{2V}{bd}. \quad (2.5)$$

Thay (2.5) vào (2.4) ta được

$$\begin{cases} \pi V f d \geq T; \\ 2 \pi V \geq F_a. \end{cases} \quad (2.6)$$

Như vậy khả năng tải của mối ghép trong hai trường hợp giới hạn quan hệ với nhau theo tỷ số $2/\pi$ [xem các công thức (2.3) và (2.6)]. Trường hợp thứ nhất là bất lợi nhất, còn trường hợp thứ hai là hợp lý nhất theo quan điểm về trị số lực xiết (Lực xiết trong trường hợp thứ hai nhỏ hơn).

Cần nhấn mạnh rằng khi khe hở trong mối ghép lớn, đầu kẹp có thể bị phá hỏng do ứng suất uốn lớn. Trên thực tế, những kết cấu có khe hở lớn là những kết cấu không đạt yêu cầu.

Trong ngành chế tạo máy hiện đại, đầu kẹp thường lắp với trục theo lắp ghép H8/h8. Với lắp ghép này việc lắp ráp các tiết máy được thực hiện dễ dàng và không có khe hở thừa. Điều này làm cơ sở cho việc xem xét điều kiện làm việc của các mối ghép kẹp trên thực tế là trường hợp trung bình ở giữa hai trường hợp trên và cho phép tính độ bền của chúng theo công thức:

$$\begin{cases} 2,5 V f d \geq T; \\ 5 V f \geq F_a. \end{cases} \quad (2.7)$$

Trong công thức (2.7), các hệ số 2,5 và 5 gần bằng trị số trung bình của các hệ số trong các công thức (2.3) và (2.6).

Tính toán mối ghép kẹp với các bulông phân bố về một phía (hình 1.1, a) cũng được tính theo công thức (2.7). Khi đó có thể giả thiết rằng, chức năng của bulông thứ hai được thực hiện bởi chính cánh tay đòn. Thực vậy, nếu hàn cứng bulông thứ hai với các tiết máy thì điều kiện làm việc của đầu kẹp và bulông phía dưới không thay đổi, còn kết cấu của mối ghép trở thành tương tự như trên hình 1.1, a.

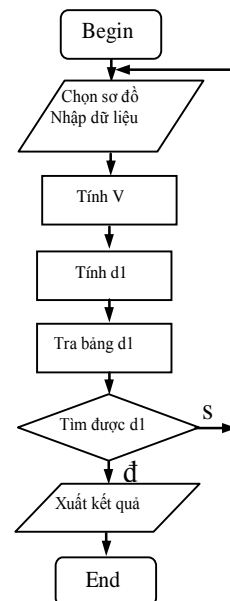
Để xác định lực xiết cần thiết, ta biến đổi công thức (2.7) về dạng

$$\begin{cases} V = k T / (2,5 z f d); \\ V = k F_a / (5 z f), \end{cases}$$

k - hệ số an toàn, $k = 1,3 \dots 1,8$; f - hệ số ma sát giữa đầu kẹp và trục, đối với các tiết máy bằng thép và gang, làm việc trong điều kiện không bôi trơn, có thể lấy $f = 0,15 \dots 0,18$; z - số bulông ở về một phía của trục.

Khi có tác dụng đồng thời của mômen T và lực dọc trục F_a thì lực xiết V cần thiết sẽ là

$$V = k \sqrt{\left(\frac{2T}{d}\right)^2 + F_a^2} / (5fz). \quad (2.9)$$



Hình 3.1. Lưu đồ thuật giải của chương trình

Từ lực xiết V tính được có thể tìm đường kính bulông theo độ bền kéo với ứng suất tương đương

$$\sigma_{td} = 1,3\sigma_k, \quad (2.10)$$

σ_k - ứng suất kéo trong thân bulông.

3. Xây dựng phần mềm tự động tính toán và tra bảng tìm đường kính bulông tiêu chuẩn của các mối ghép kẹp

3.1. Xây dựng chương trình

Việc tính toán các mối ghép kẹp được quy về việc xác lực xiết V cần thiết và tính đường kính tương ứng của các bulông, sau đó tra bảng để tìm đường kính bulông tiêu chuẩn.

Trình tự tính toán mỗi ghép kẹp được thực hiện theo lưu đồ thuật giải hình 3.1.

Phần mềm tự động tính toán và tra bảng tìm đường kính bulông tiêu chuẩn của mỗi ghép kẹp được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Delphi, là ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng mạnh, có cấu trúc chặt chẽ, đang được sử dụng ngày càng rộng rãi để tính toán các tiết máy.

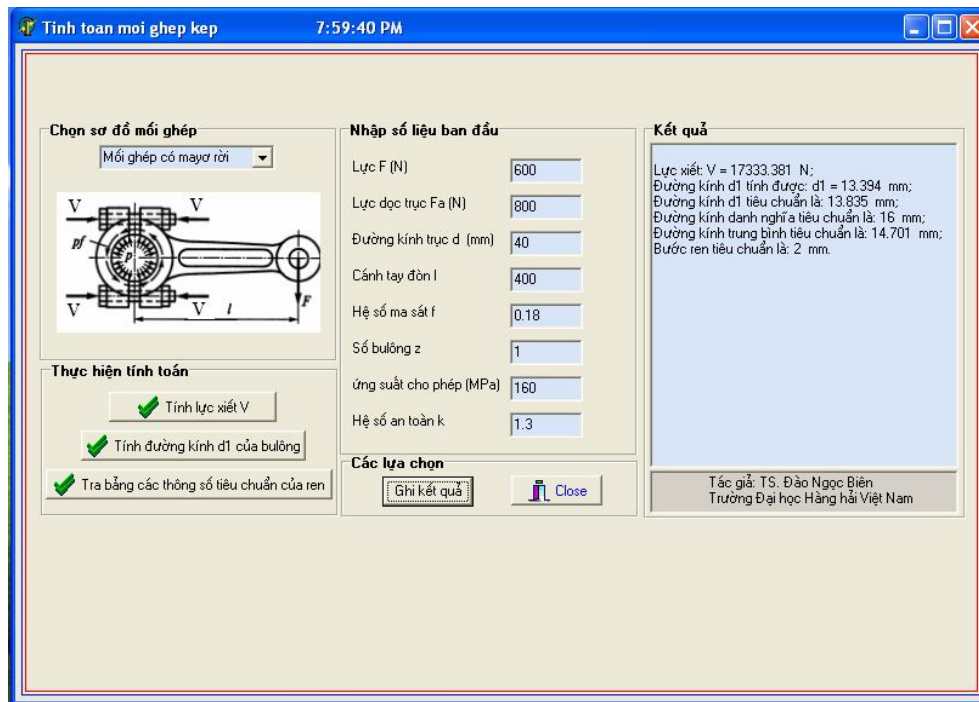
Giao diện của chương trình được trình bày trên hình 3.2.

Sau khi khởi động chương trình, nhập các số liệu cần thiết, bằng cách kích chuột vào các nút **“Tính lực xiết V”**, **“Tính đường kính bulông”** và **“Tra bảng tìm đường kính bulông tiêu chuẩn”**, việc tính toán các thông số tương ứng sẽ được thực hiện tự động và kết quả tính toán sẽ được hiển thị trên Memo kết quả. Kết quả tính toán có thể được ghi thành tập tin văn bản nhờ việc nhấn nút **“Ghi kết quả”**.

3.2. Ví dụ sử dụng chương trình

Ví dụ: Tính toán mối ghép kẹp bulông để truyền mômen xoắn của lực F đặt vào cánh tay đòn và lực dọc trục F_a (hình 1.1, b) với các số liệu sau: $F = 600$ N, $d = 40$ mm, $l = 400$ mm, $F_a = 800$ N, $f = 0,18$. Vật liệu bulông là thép CT3, có ứng suất kéo cho phép $[\sigma_k] = 160$ MPa; số bulông ở về một phía của trục $z = 1$; hệ số an toàn chống xoay cánh tay đòn $k = 1,3$.

Sử dụng Phần mềm trên để tính (hình 3.2), kết quả thu được như sau (Kết quả này được copy từ tập tin kết quả, được ghi trực tiếp từ chương trình):



Hình 3.2. Giao diện của Phần mềm tính toán mối ghép kẹp.

Luc xiet: $V = 17333.381 \text{ N}$;
Duong kinh d1 tinh duoc: $d1 = 13.394 \text{ mm}$;
Duong kinh d1 tieu chuan la: 13.835 mm ;
Duong kinh danh nghia tieu chuan la: 16 mm ;
Duong kinh trung binh tieu chuan la: 14.701 mm ;
Buoc ren tieu chuan la: 2 mm .

Kết quả tính toán này hoàn toàn trùng khớp với kết quả tính kiểm tra lại bằng phương pháp tính thủ công. Điều này khẳng định tính chính xác của chương trình

4. Kết luận

1. Bài báo đã giải quyết những vấn đề chính sau:
 - Trình bày kết cấu và nguyên lý làm việc của các dạng mối ghép kẹp;
 - Phân tích hai trường hợp tính toán giới hạn và trình bày phương pháp chung để tính toán các mối ghép kẹp;
 - Xây dựng được phần mềm tự động tính toán các bulông và tra bảng tìm đường kính bulông tiêu chuẩn của mối ghép kẹp.
2. Có thể sử dụng Phần mềm trên vào việc tính toán các mối ghép kẹp trên thực tế hoặc dùng như một giáo cụ phục vụ công tác giảng dạy và học tập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Trọng Hiệp (2008), *Chi tiết máy, Tập 1*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
- [2] 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.
- [3] Nguyễn Viết Trung, Nguyễn Bắc hà (2001), *Lập trình Delphi 5.0*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [4] М. Н. Иванов, В. А. Финогенов (2008), *Детали Машин*, изд."Высшая школа", Москва.
- [5] Г. Б. Иосилевич (1988), *Детали Машин*, изд."Машиностроение", Москва.
- [6] О. А. Ряховский (2007), *Детали Машин*, изд."МГТУ имени Н. Э. Баумана", Москва.

Người phản biện: ThS. Bùi Thức Đức
