

MỐI GHÉP BẰNG CÁC VÒNG KẸP MẶT CÔN JOINTS BY CONICAL CLAMPING RINGS

TS. ĐÀO NGỌC BIÊN

Viện Khoa học cơ sở, Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

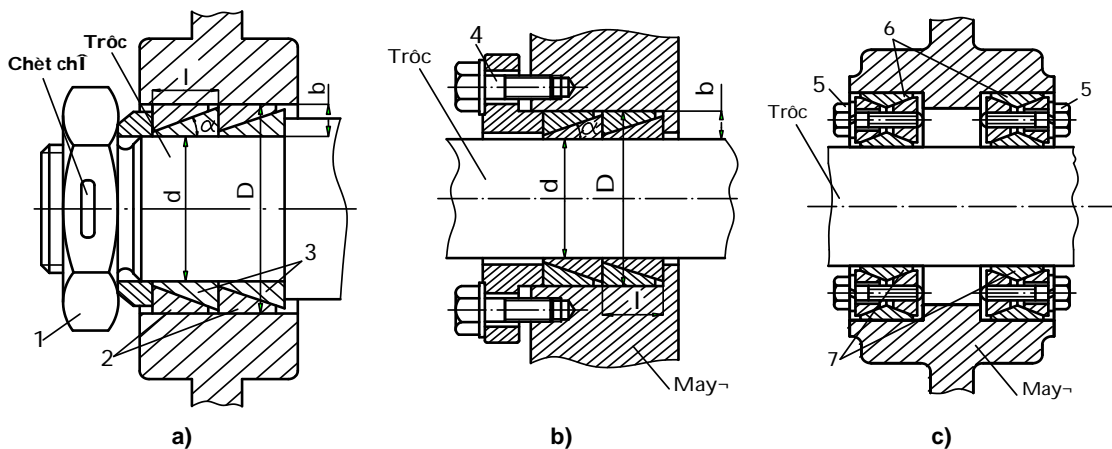
Trong bài báo này trình bày kết cấu, nguyên lý làm việc và phương pháp tính toán các mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn.

Abstract

Presented in this article are the structure, the working principle and the calculating method of joints by conical clamping rings.

1. Đặt vấn đề

Mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn (hình 1) dùng để ghép các tiết máy dạng trục và mayơ, khi cần truyền mômen xoắn, lực dọc trục, đôi khi cả lực ngang và mômen uốn.



Hình 1. Mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn: a - xiết bằng đai ốc; b và c - xiết bằng các vít.

Đây là loại mối ghép có nhiều ưu điểm như: trục và mayơ không bị yếu đi do phải làm rãnh then hoặc then hoa; làm việc tin cậy khi tải trọng động, tải trọng va đập và tải trọng đổi chiều; có thể lắp mayơ ở bất kỳ vị trí góc tương đối nào đối với trục; các tiết máy ghép được định tâm tốt; mối ghép cho phép tháo lắp nhiều lần...

Các tài liệu về loại mối ghép này hiện nay chưa nhiều. Trong bài báo này trình bày kết cấu, nguyên lý hoạt động và phương pháp tính toán các mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn.

2. Kết cấu và nguyên lý hoạt động của mối ghép

Mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn được hình thành sau khi có lực dọc trục, nhờ việc xiết đai ốc 1 (hình 1, a) hoặc các vít 4 và 5 (hình 1, b và c). Khi xiết, các vòng mặt côn dịch chuyển cái nọ trên cái kia, khi đó đường kính các vòng ngoài 2 và 6 tăng và chúng ép vào mayơ, còn đường kính các vòng trong 3 và 7 giảm, do đó chúng ép lên trục. Trên các bề mặt tiếp xúc giữa các vòng với trục và với mayơ xuất hiện các áp lực và tương ứng là các lực ma sát, xác định khả năng tải của mối ghép. Các vòng kẹp mặt côn được chế tạo không xẻ rãnh.

Mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn đang được dùng ngày càng nhiều nhờ những ưu điểm đã trình bày trên đây. Tuy nhiên, loại mối ghép này cũng có một số nhược điểm như: yêu cầu cao về độ chính xác chế tạo các bề mặt làm việc; mối ghép có kích thước hướng kính lớn, đặc biệt là các mối ghép được xiết bằng các vít (hình 1c); lực xiết và do đó khả năng tải của mối ghép giảm theo thời gian do hiện tượng tự tháo lỏng của đai ốc và do hiện tượng giảm độ dôi của mối ghép. Do đó, đai ốc và các vít phải được chống tháo lỏng tốt và định kỳ cần xiết lại.

Khe hở vòng giữa trục và máy lấy trong khoảng $b = (0,08 \div 0,12)d$, còn độ dài của mỗi vòng $l = (0,2 \div 0,4)d$, trị số lớn của b và l lấy ở các mối ghép có đường kính nhỏ hơn 40 mm. Góc nghiêng của đường sinh bề mặt côn nên lấy $\alpha = 16^{\circ}42'$ ($\operatorname{tg} \alpha = 0,3$), bởi vì khi $\alpha < 16^{\circ}42'$ có thể xảy ra hiện tượng mắc kẹt các vòng, còn khi góc α lớn lại yêu cầu lực xiết lớn.

Các vòng xiết được chế tạo từ thép lò xo dạng 55ГC, 60C2A và các dạng khác với độ rắn từ 40÷50 HRC; độ rắn các bề mặt trục và máy nên lấy không thấp hơn 35÷40 HRC; các bề mặt tiếp xúc làm việc (bề mặt trụ và bề mặt côn) cần được mài.

Trong bảng 2 trình bày kích thước các vòng kẹp mặt côn (xem hình 1, a và c), trị số các lực dọc trục: V_1 để có biến dạng của chúng có trị số bằng các khe hở (chọn các khe hở) và V_2 để tạo trên bề mặt tiếp xúc áp suất $p = 100$ Mpa, và cả mômen xoắn T_0 và lực dọc trục F_{a0} mà một cặp vòng kẹp có thể truyền được với áp suất này (các số liệu của hãng Ringfeder Krefeld Uerdingen) [4].

Khi có tác dụng đồng thời của mômen xoắn T và lực dọc trục, khả năng tải của mối ghép được xác định theo hợp lực

$$F_{\Sigma} = \sqrt{\left(\frac{2T}{d}\right)^2 + F_a^2} \quad (1)$$

Ngoài ra, trị số của hợp lực F_{Σ} không được vượt quá trị số F_{a0} trong bảng 1.

Nếu trong mỗi ghép lắp hai cặp vòng và lực xiết được thực hiện từ một phía của mối ghép (hình 1, a và b) thì cặp vòng thứ hai (tính từ điểm đặt lực xiết), do tác dụng ngược chiều của các lực ma sát, chỉ chịu lực xiết bằng khoảng một nửa cặp vòng thứ nhất, vì vậy chỉ truyền được mômen xoắn và lực dọc trục nhỏ hơn khoảng hai lần so với trị số cho trong bảng 1.

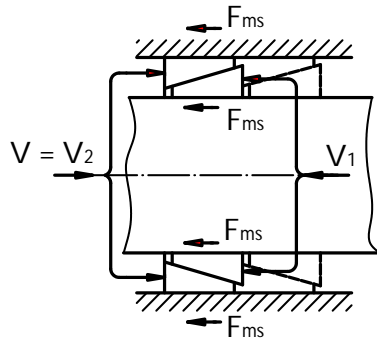
Khi áp suất trên bề mặt tiếp xúc của các vòng với trục và máy khác với 100 Mpa thì khả năng tải của mối ghép được thay đổi theo tỷ lệ tương ứng. Ví dụ, khi áp suất $p = 200$ Mpa thì trị số T_0 và F_{a0} tăng gấp đôi so với các trị số trong bảng 1.

Lưu ý: Khi lắp nhiều dãy vòng với lực xiết từ một phía (hình 1a), cặp vòng thứ nhất tính từ đai ốc, chịu tác dụng toàn phần lực xiết V , tạo trên các bề mặt tiếp xúc áp suất lớn nhất, do đó truyền phần lớn mômen xoắn và lực dọc trục tác dụng lên mối ghép. Áp suất trên cặp vòng thứ hai nhỏ hơn bởi vì một phần lực xiết bị giảm do lực ma sát trên bề mặt trục và máy của cặp vòng thứ nhất. Cặp vòng thứ hai chịu lực xiết nhỏ hơn V , tương ứng phần mômen xoắn và lực dọc trục truyền bởi cặp vòng thứ hai cũng giảm...

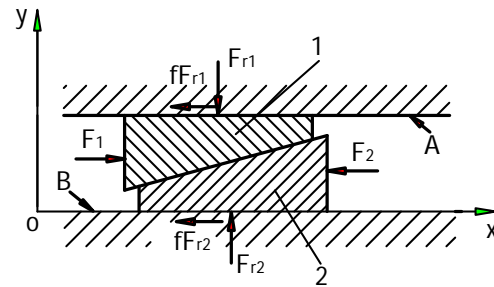
Bảng 1. Các thông số của các mối ghép với một cặp vòng kẹp mặt côn.

Thông số						
d, mm	D, mm	l, mm	V_1 , kN	V_2 , kN	T_0 , Nm	F_{a0} , kN
20	25	6,3	8,5	28	40	4
30	35	6,3	12	27	90	6
40	45	8	14	45	199	10
50	57	10	24	73	405	16
60	68	12	27	106	705	24
80	91	17	48	203	1810	45
100	114	21	61	317	3520	70
140	158	28	89	600	9350	134
180	201	33	111	916	18300	204

3. Tính toán mối ghép

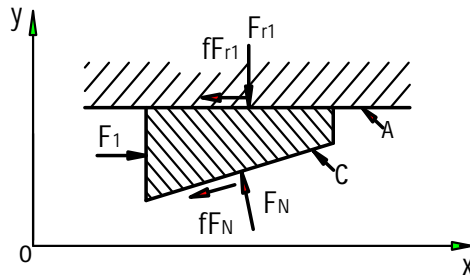


Hình 2. Sơ đồ chịu tải của cặp vòng thứ nhất khi xiết mối ghép.



Hình 3. Mô hình phẳng cặp vòng thứ nhất của mối ghép.

Xét cặp vòng thứ nhất (tính từ đai ốc), chịu tác dụng của lực xiết V_1 từ phía đai ốc và phản lực V_2 từ phía cặp vòng thứ hai (hình 2). Để đơn giản ta giả thiết rằng các vòng được lắp vào khe hở vòng giữa mayơ và trục không có khe hở và hệ số ma sát trên tất cả các cặp bề mặt tiếp xúc làm việc là như nhau. Do độ mềm của các vòng không lớn lắm và kích thước tiết diện của chúng nhỏ so với kích thước hướng kính của mối ghép, các vòng kẹp được biểu diễn dưới dạng các chêm phẳng 1 và 2 có độ dài đơn vị, được ép lên nhau giữa hai mặt phẳng A và B (hình 3). Khi đó, các kích thước tiết diện ngang của các vòng và của các chêm thay thế chúng là như nhau.



Hình 4. Sơ đồ tải trọng của một chêm.

Giả thiết rằng, lực phân bố giữa các chêm và các mặt phẳng được thay thế bằng lực tập trung. Chêm 1 chịu tác dụng của lực F_1 làm dịch chuyển nó theo phương dọc trục X; chêm 2 chịu tác dụng của lực F_2 tác dụng theo hướng ngược lại (phản lực từ phía cặp chêm thứ hai). Khi các chêm ép vào các mặt phẳng song song A và B, chúng chịu tác dụng của các áp lực F_{r1} , F_{r2} và các lực ma sát fF_{r1} , fF_{r2} .

Chiếu các lực lên các trục X và Y ta có:

$$F_{r1} = F_{r2}; \quad (2)$$

$$F_1 - F_2 - fF_{r1} - fF_{r2} = 0. \quad (3)$$

f - hệ số ma sát giữa các bề mặt làm việc.

Từ (2) và (3) ta có

$$F_2 = F_1 - 2F_{r1}. \quad (4)$$

Xét cân bằng của chêm ở phía trên, được ép vào mặt phẳng A (hình 3). Chiếu các lực tác dụng lên chêm lên trục X và Y ta được

$$F_1 - fF_{r1} - fF_N \cos \alpha - F_N \sin \alpha = 0; \quad (5)$$

$$F_N \cos \alpha - F_{r1} - fF_N \sin \alpha = 0, \quad (6)$$

F_N - áp lực giữa bề mặt các chêm.

Từ (6) ta có

$$F_N = F_{r1} / (\cos \alpha - f \sin \alpha).$$

Lấy trung bình hệ số ma sát $f = 0,2$ và góc $\alpha = 16^\circ 42'$ ta có

$$F_N = F_{r1} / (\cos 16^\circ 42' - 0,2 \sin 16^\circ 42') \approx 1,11 F_{r1}. \quad (7)$$

Thay (7) vào (5) ta có

$$F_{r1} \approx F_1/0,7382. \quad (8)$$

Từ (4) và (8) ta tìm được quan hệ giữa các lực F_1 và F_2

$$F_2 = F_1 - 2,0,2.F_1/0,7382 \approx 0,46 F_1. \quad (9)$$

Nhắc lại rằng lực F_2 là lực từ phía cặp chêm thứ hai, nghĩa là lực xiết của cặp chêm thứ hai mà ta đã coi là mô hình của các vòng kẹp.

Kết quả thu được cho phép kết luận rằng: Khi lắp hai cặp vòng và lực xiết từ một phía của mỗi ghép, cặp vòng thứ hai chịu lực xiết nhỏ hơn khoảng hai lần cặp vòng thứ nhất và có thể truyền tải trọng bằng khoảng một nửa cặp vòng thứ nhất.

Khi rung động hoặc tải trọng thay đổi, tải trọng va đập và các dao động đàn hồi liên quan đến chúng sẽ xảy ra hiện tượng giảm lực ma sát cục bộ và hiện tượng gọi là “bò trườn” các tiết máy, tương tự như hiện tượng tự tháo lỏng trong các mối ghép ren. Trong những trường hợp này có thể diễn ra sự phân bố lại lực xiết: lực xiết cặp vòng thứ hai có thể tăng, còn cặp vòng thứ nhất có thể giảm.

4. Kết luận

1. Bài báo đã trình bày kết cấu, nguyên lý hoạt động và việc tính toán các mối ghép bằng các vòng kẹp mặt côn.

2. Khi có hai cặp vòng và lực xiết tác dụng từ một phía thì cặp vòng thứ hai chịu lực xiết bằng khoảng một nửa của cặp vòng thứ nhất và có thể truyền tải trọng bằng khoảng một nửa cặp vòng thứ nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Trọng Hiệp (2008), *Chi tiết máy, Tập 1*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.

[2] М. Н. Иванов, В. А. Финогенов (2008), *Детали Машин*, изд. "Высшая школа", Москва.

[3] Г. Б. Иосилевич (1988), *Детали Машин*, изд. "Машиностроение", Москва.

[4] О. А. Ряховский (2007), *Детали Машин*, изд. "МГТУ имени Н. Э. Баумана", Москва.

Người phản biện: ThS. Bùi Thức Đức