

Chương 6

Ổ TRƯỢT VÀ Ổ LĂN

6.1 KHÁI NIỆM VÀ CÔNG DỤNG Ổ

Ổ (Pháp: *Coussinet*, Anh: *Bearing*): là bộ phận đỡ cho trục làm việc, ổ sẽ tạo phản lực gối tựa chống đỡ và giúp cho trục làm việc đúng theo chế độ thiết kế. Trong phạm vi môn học ta chỉ xét ổ là khớp quay loại 5. Theo tính chất làm việc ta có 2 loại ổ là ổ trượt và ổ lăn. Theo tính chất chịu lực ta có 3 loại ổ đỡ, ổ chặn và ổ đỡ chặn.

6.2 PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA HAI LOẠI Ổ

Thông thường nếu không bị hạn chế về không gian, tốc độ, với điều kiện làm việc bình thường ta nên dùng ổ lăn vì ổ này đã quốc tế hoá, tiêu chuẩn hóa, hiệu suất cao nhất có thể đến 0,999, rẻ, dễ mua, dễ thay thế, lắp ráp. Nhưng trong một số trường hợp, ta phải dùng ổ trượt, tuy hiệu suất thấp nhưng ổ trượt không thể thiếu được trong các kết cấu cơ khí.

a/-Ổ trượt:

Ta phải dùng ổ trượt trong những trường hợp sau đây:

- *Tốc độ trục quay quá chậm hay quá nhanh.* Ví dụ, ổ đỡ trục động cơ máy may có đường kính $1/4" = 6,35mm$ rất bé mà phải quay tốc độ cao 9000÷12000 vòng/phút phải dùng ổ trượt vì nếu dùng ổ lăn thì mỗi viên bi rất nhỏ lại phải quay tốc độ lớn hơn tốc độ trục nhiều lần sẽ sinh nhiệt nhiều và mau mòn. Thí dụ trục motor máy may có đường kính $1/4" = 6,35mm$ dùng bạc trượt rất bền.

- *Tải quá lớn lại có rung động mạnh* phải dùng ổ trượt.
- *Làm việc trong môi trường bụi bặm, acid, muối ăn* mòn (máy nghiền hải sản, cán thuộc da).

- Kết cấu trục không lắp được ổ bi thì phải dùng ổ trượt với hai nửa lót ổ (bạc lót cốt trục khuỷu, 2 nửa miềng).
- Kết cấu cần nhỏ gọn hoặc khi hai ổ ở gần kề nhau, không có không gian để lắp ổ bi vì hai vòng ngoài của ổ chạm nhau.
- Chưa được tiêu chuẩn hoá rộng rãi, chỉ có chuẩn riêng của từng công ty với vật liệu đặc chế nên đắt, khó tìm mua và thay thế.

b/-Ổ lăn:

- Dùng trong vòng tốc độ trung bình dưới 9000 vòng/phút
- Tải trọng trung bình rung động ít
- Rẻ tiền, hiệu suất cao
- Ổ đã tiêu chuẩn hóa trên toàn thế giới với ký hiệu ổ dễ dàng mua và thay thế

6.3 Ổ TRƯỢT (Bạc thau; Pháp: *bague* Anh: *ring*)

6.3.1 Nguyên tắc làm việc

Khi làm việc ổ chịu ma sát trượt nên hiệu suất ổ trượt $\eta = 0,80 \div 0,90$ thường thấp hơn ổ lăn nhưng kết cấu nhỏ gọn, đơn giản hơn ổ lăn. Tuy nhiên cần vật liệu chống ma sát nên ổ trượt chất lượng tốt thường rất đắt, hình dáng đa dạng từ dạng vòng dẹp (Bague, ring) cho đến dạng ống dài (Manchon, bush), nguyên vòng hay hai nửa (cặp miềng). Hiện nay người ta chưa thể tiêu chuẩn hóa ổ trượt trong phạm vi quốc tế mà mỗi công ty có riêng tiêu chuẩn của mình.

6.3.2 Phân loại

Có hai loại ổ trượt:

1- Ổ đỡ

Chịu lực hướng kính, đa phần ổ trượt là ổ đỡ, có cấu tạo đơn giản như một ống tròn không có vai. Trường hợp kết cấu trục phức tạp như trục khuỷu, không thể lồng ống vào theo phương dọc trục, không thể dùng ổ lăn thì lót ổ được chế làm là hai nửa (ngoài sản xuất gọi là hai miềng), miềng phải có vai chặn. Đây cũng là một đặc điểm vượt trội mà ổ lăn không thể thay thế được ổ trượt (xem hình 5.10 chương 5).

2- Ổ đỡ chặn

Chủ yếu chịu lực hướng kính, nhưng cũng chịu được một phần lực dọc trục vì vậy nên ổ trượt đỡ chặn phải có vai để vận dọc được trục, lực ma sát thường lớn hơn ổ trượt đỡ.

Sơ đồ ổ trượt:



6.3.3 Cấu tạo ổ trượt

Ổ trượt bao gồm hai bộ phận:

1- Lót ổ (Bạc trượt; Pháp: *coussinet*, *bague* Anh: *bearing ring*) tiếp xúc trực tiếp với cổ trục đang quay, dễ bị mài mòn nên được làm bằng vật liệu quý, chống ma sát và mài mòn thường là đồng thanh thiếc và một nguyên tố giảm ma sát. Bề dày ổ trượt khoảng $2\div 5\text{mm}$, nếu chiều dài ổ lớn hơn 50 thì thường bên trong khoét lõm, tạo rãnh dầu và có lỗ châm dầu hay cào mở để bôi trơn.

2- Đỡ ổ (Pháp: *Palier*, Anh *Support*): Do đắt nên lót ổ thường rất mỏng $1,5\div 4\text{mm}$, có trường hợp chỉ được xi mạ một lớp mỏng vì vật liệu quý hiếm. Lót ổ không chịu được phản lực mà chỉ có tác dụng làm giảm ma sát, chống mòn nên bên ngoài lót ổ còn được bọc bên ngoài bằng đỡ ổ bằng gang hoặc thép. Trên đỡ ổ có thể có vú mở, cào mở hoặc đơn giản nhất là lỗ dẫn dầu xuyên suốt tận lót ổ để bôi trơn cho vùng trượt.

Bạc dầu là một dạng ổ trượt cao cấp, ổ được ép lại từ các hạt thau sau đó ngâm trong dầu một thời gian để dầu thẩm thấu vào trong, khi sử dụng dầu sẽ thấm ra bôi vùng làm việc mà người vận hành không cần bôi trơn. Thí dụ bạc dầu trong quạt Marelli của Ý sản xuất có tuổi thọ trên 50 mà không phải bôi trơn.

6.3.4 Nguyên tắc lắp ổ trượt và chế độ dung sai

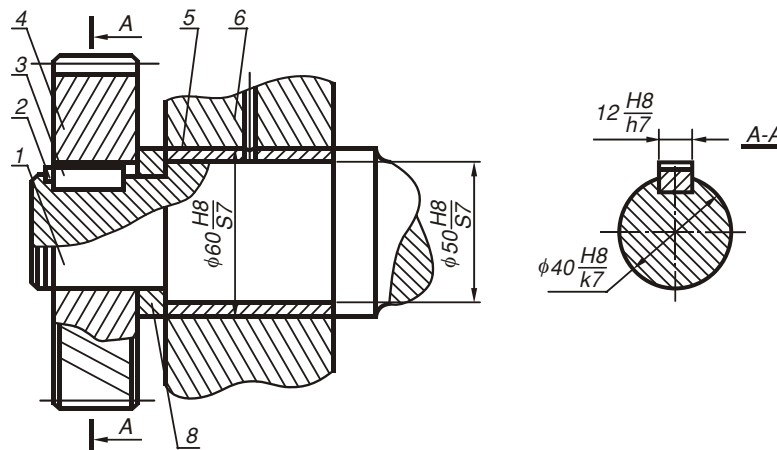
Vòng nào tiếp xúc với vật quay thì vòng đó lắp trung gian; vòng nào tiếp xúc vật cố định thì vòng đó lắp chặt.

Sinh viên tự tìm hiểu lý do.

6.3.5 Tiêu chuẩn ổ trượt

Hiện không có tiêu chuẩn cho bạc trượt, chỉ cần chọn đường kính trong và đường kính ngoài là lỗ và trục chuẩn: 8, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50... để có thể dùng các loại dao khoan, khết, doa có sẵn.

Riêng từng công ty sẽ có tiêu chuẩn riêng cho ngành mình với cách định mã số riêng, kích thước riêng và có thể chế dụng cụ cắt riêng cho gia công ổ trượt. Ví dụ, các hãng ô tô đều có tiêu chuẩn và số hiệu riêng cho bộ **miềng** (hai nửa ổ trượt) cổ trục khuỷu của hãng mình.



1- trục; 2- vòng găng; 3- then bằng; 4- bánh răng; 5- ổ (bạc) trượt; 6- giá, đỡ ổ

Hình 6.1 Kết cấu của ổ trượt

6.3.6 Giá thành

Không phải vì ổ trượt có kết cấu đơn giản mà giá thành thấp hơn ổ lăn. Do vật liệu ổ là loại quý hiếm, phải đưa vào những nguyên tố đặc biệt để tránh mài mòn nên có khi ổ trượt đắt gấp chục lần ổ lăn nếu cùng đường kính. Ví dụ bộ bạc trượt hai nửa của cổ trục khuỷu ngoại của chính hãng ô tô lên đến cả 1000 đôla.

6.4 Ổ LĂN (Pháp: *bague rotative*, Anh: *roller bearing*)

Hiện nay, ổ lăn dùng rất phổ biến trong kỹ nghệ vì:

- Công nghệ chế tạo ổ lăn đã hoàn thiện, chất lượng tốt, đạt độ chính xác cao.

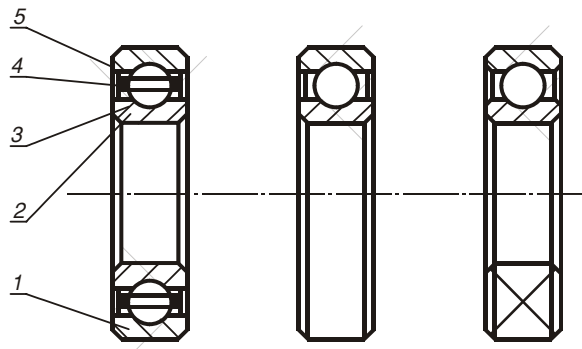
- Giá lại rất hạ, ví dụ ổ bi đỡ chặn 6302 ở bánh trước xe gắn máy giá chỉ có 15.000 đồng VN. Hiệu suất ổ lăn rất cao có thể đạt $\eta = 0,999$. Nhiều loại ổ có bích che, nhà sản xuất đã tra sẵn mỡ dùng đến khi nào hư hỏng thì thay cái mới, người dùng không cần quan tâm đến việc bảo quản như châm mỡ...

- Sơ đồ ổ lăn:



6.4.1 Cấu tạo

Tùy theo loại ổ mà có kết cấu khác nhau, vật liệu làm ổ lăn là thép hợp kim mà nguyên tố thêm chủ yếu là crôm. Nếu được bảo quản tốt ổ lăn ít khi bị rỉ sét. Ổ lăn do các nhà máy cơ khí chính xác chuyên môn sản xuất, được nhiệt luyện mà mài bóng. Nói chung, một ổ lăn bao gồm 5 bộ phận như trên hình 6.2 giới thiệu ổ bi (thị trường miền nam gọi là *bạc đạn*, là một loại ổ lăn mà con lăn là viên bi).



1- vòng ngoài; 2- vòng trong; 3- viên bi, 4- vòng cách; 5- nắp che

Hình 6.2 Cấu tạo một ổ bi, với ba cách biểu diễn

Vòng trong: là vòng quan trọng nhất, gắn chặt với trục bằng mặt trụ lõ được mài bóng. Trong hệ thống ISO đường kính vòng trong được tiêu chuẩn hóa sẽ được trình bày trong phần sau và theo hệ met, mặt trụ ngoài của vòng trong là rãnh lõm dẫn hướng các viên bi.

Vòng ngoài: thường được lắp trung gian với vỏ máy, cũng có thể lắp chặt nếu vách ngoài quay (đùm moyeux xe gắn máy). Đường kính ngoài cũng được tiêu chuẩn hóa tùy theo vòng trong, cỡ ổ... vòng ngoài cũng được mài bóng. Mặt trụ trong của vòng ngoài có rãnh chứa bi.

Một điều chú ý là vòng trong và vòng ngoài được chế tạo với cấp chính xác rất cao (cấp chính xác 0, 1, 2) nên khi đo vòng trong và vòng ngoài bằng thước cặp ta thấy chắn tròn tuyệt đối. Do vậy, khi mua thước cặp ta thường dùng ổ bi mới để kiểm tra lại thước.

Viên bi: hình cầu được tôi cứng và mài bóng. Một điều đáng chú ý là số lượng viên bi thường là số lẻ để tránh sai số trùng lặp vị trí. Các viên bi đều theo tiêu chuẩn Anh Mỹ nên đường kính thường là số thập phân.

Vòng cách (Pháp: *Separateur*, Anh: *Separator*): còn gọi là rế đạn: Để giữ khoảng cách đều cho các viên bi với mục đích định tâm vòng trong và vòng ngoài và nhất là tránh các viên bi xếp khít nhau như trong đùm xe đạp vì khi đó tốc độ tương đối của hai bề mặt tăng lên gấp đôi gây mài mòn. Trong ổ đùm xe đạp vì tốc độ không cao lắm nên người ta muốn đơn giản kết cấu mà bỏ vòng cách. Vòng cách có thể làm bằng thép mỏng dập định hình và tán lại cũng có thể làm bằng nhựa.

Nắp che: hiện nay, người ta có xu hướng chế ổ bi bít kín nhờ có hai nắp che nên một số ổ còn có thể có hai nắp che bằng nhựa hoặc nắp thép mỏng che không cho dầu mỡ trong ổ chảy ra hoặc dầu bôi trơn trong hộp từ bên ngoài không lọt vào trong ổ. Riêng ổ chuyên ngâm trong dầu (thí dụ ổ 304 đỡ cốt máy) không có nắp che.

Trừ nắp che các bộ phận như vòng trong, vòng ngoài, bi, vòng cách đều quan trọng và quyết định độ chính xác và tuổi bền của ổ.

6.4.2 Nguyên tắc làm việc

Ổ được bán sẵn trên thị trường do các nhà sản xuất chế tạo sẵn theo kích thước tiêu chuẩn. Nhà thiết kế phải tuân theo kích thước của các ổ được chế sẵn sao cho phù hợp với yêu cầu kỹ thuật. Nguyên tắc lắp ổ lăn ngược lại hoàn toàn khác với cách lắp ổ trượt đã trình bày trong phần trên: *vòng nào gắn với vật quay thì lắp*

chặt, vòng nào gần vật đứng yên thì lắp trung gian. Sinh viên tự tìm hiểu lý do hoặc thảo luận với giảng viên.

6.4.3 Phân loại

Trên thị trường có rất nhiều loại ổ, tuy nhiên có thể chia làm ba loại chính:

1- Ổ đỡ

Chủ yếu chịu lực hướng kính như các loại ổ bi thường, ổ đĩa trụ, thường rẻ tiền nhất. Tuy nhiên, loại ổ này cũng chịu được một ít lực dọc trục theo nguyên tắc: ổ đỡ lăn chịu được 70% tải trọng hướng kính không dùng của nó. Ví dụ, một ổ đỡ lăn chịu được tải là $Q = 10000N$ (trong sổ tay cho), nếu phản lực thực sự tác dụng lên ổ là $R = 8000N$ (do tính áp lực khớp động) thì tải dư không dùng của nó là $Q - R = 2000N$ và có khả năng chịu được lực dọc nhỏ hơn 70%. $2000N = 1400N$.

2- Ổ đỡ chặn

Gồm ổ bi đỡ chặn, ổ đĩa đỡ chặn và ổ côn, khả năng chịu lực dọc trục lớn hơn ổ đỡ.

3- Ổ chặn

Đây là loại ổ được thiết kế chủ yếu để chịu lực dọc, loại này không chịu được lực hướng kính nên thường phải dùng kèm với ổ lăn thường.

6.4.4 Tiêu chuẩn ký hiệu ổ lăn

Ký hiệu quốc tế do ISO qui định để định danh một ổ lăn theo qui tắc sau đây:

Ký hiệu ổ lăn, huy hiệu, tên của nhà sản xuất thường được khắc sâu trên mặt đầu vòng ngoài hoặc khắc trên nắp che nếu ổ bít vì vậy khi lắp ta phải quay mặt ổ bi có ký số ra ngoài để tiện tham khảo, thay thế hay dự trữ sẵn nếu cần phòng xa.

Ký hiệu ổ lăn là một chuỗi số bình thường gồm 4 chữ số cũng có trường hợp đặc biệt chỉ hai chữ số và nhiều nhất lên đến 7 chữ số được qui định như sau:

Đường kính trong: hai loại

- Chỉ có ký số hàng đơn vị: dùng cho ổ có đường kính từ 1÷9mm:

1 thì đường kính trong là 1mm

2	.....	2mm
.....		
9	.....	9mm
- Gồm hàng hàng chục và đơn vị:		
00	đường kính trong là	10mm
01	.....	12mm
02	.....	15mm
03	.....	17mm
04	.....	20mm
05	.....	25mm
.....		
99	.....	495mm

Ta có nhận xét từ 04 trở lên, đường kính trong bằng hai ký số cuối nhân 5. Từ 00÷03 phải nhớ.

- **Cỡ ổ:** được biểu diễn bằng ký số hàng trăm nếu đường kính ổ nhỏ hơn 10 và được biểu diễn bằng ký số hàng ngàn cho các ổ còn lại. Ký số này còn phụ thuộc vào loại ổ, kiểu ký hiệu... được trình bày trong các bảng ở phần sau:

Cỡ ổ quyết định kích thước vòng ngoài D, bề rộng ổ B.

Đối với ổ bi thường một dãy thì:

- 1- Cỡ đặc biệt nhẹ
- 2- Cỡ nhẹ
- 3- Cỡ trung
- 4- Cỡ nặng
- 5- Cỡ đặc biệt nặng
- 6- Siêu nặng...

- **Loại ổ:** ổ mà đường kính trong dưới 10mm được ký hiệu bằng ký số hàng trăm, còn các ổ còn lại được dùng ký số hàng ngàn để phân biệt các loại ổ và có quy định như sau:

• **Ổ bi thường** (bạc đạn)

Ký số hàng ngàn để trống không có ký số nào khác là ổ bi thường một dãy, là loại rẽ tiền nhất.

Ví dụ:

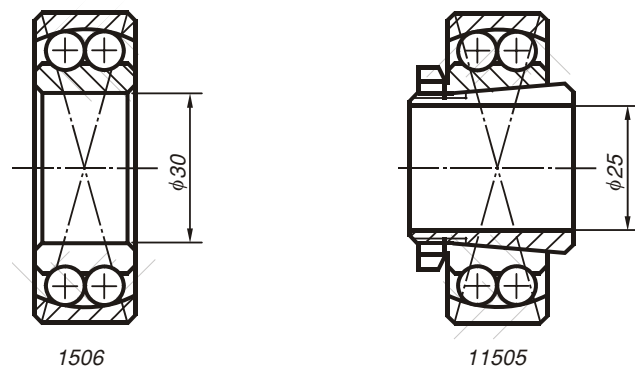
- Ổ **305** là ổ bi cỡ trung, đường kính lỗ là $25mm$
- Ổ **35** là ổ bi cỡ trung, đường kính lỗ là $5mm$

Hình 6.2 ở trên trình bày ổ bi một dãy.

• **Ổ bi lồng cầu hai dãy** (bạc đạn nhào)

- Ký số hàng ngàn là 1, ký hiệu chung là ổ **1000**: là ổ bi lồng cầu hai dãy thị trường miền nam gọi là **bạc đạn nhào**. Ổ bi lồng cầu hai dãy được dùng khi trục có độ võng, trục dài hay các đỡ ổ không chính xác, không đồng tâm, hay đặt lên các bề mặt thô. Máy móc sản xuất ở Việt Nam thường phải dùng loại này vì các lý do nêu trên.

- Thêm ký số hàng chục ngàn là 1, ký hiệu chung là ổ **11000**: (số 1 ở hàng chục ngàn là dạng biến thể) là ký hiệu của ổ bi lồng cầu hai dãy có ống lót (bạc đạn nhào có manchon) cũng dùng như kiểu lồng cầu thường, nhưng nhờ có ống lót côn có xẻ rãnh và đai ốc đệm cánh, ta có thể nới rộng lỗ nhờ mở đai ốc ra, dời ổ đến nơi thích hợp trên trục rồi xiết cố định lại. Ổ này đắt tiền hơn loại thường nhiều và dùng để lắp vào giữa các trục trơn thật dài (ví dụ trong máy dệt).



Hình 6.3 Trình bày ổ bi lồng cầu hai dãy không có ống lót (manchon) và có ống lót

Ví dụ:

1208 là ổ bi lồng cầu hai dãy (do ký số 1 ở vị trí hàng ngàn), cỡ nhẹ (do ký số 2 ở vị trí hàng trăm), đường kính lỗ là 40 (do hai số cuối 08 nhân với 5).

11208 cũng là ổ lồng cầu hai dãy nhưng có manchon (do ký số 1 ở vị trí hàng ngàn và 1 ở ký số chục ngàn), cỡ nhẹ (do ký số 2 ở vị trí hàng trăm), đường kính lỗ là 40 (do hai số cuối 08 nhân với 5).

Tương tự cho hai ổ 1106 và 11505 như trong hình trên sinh viên tự tìm đặc tính của 2 ổ.

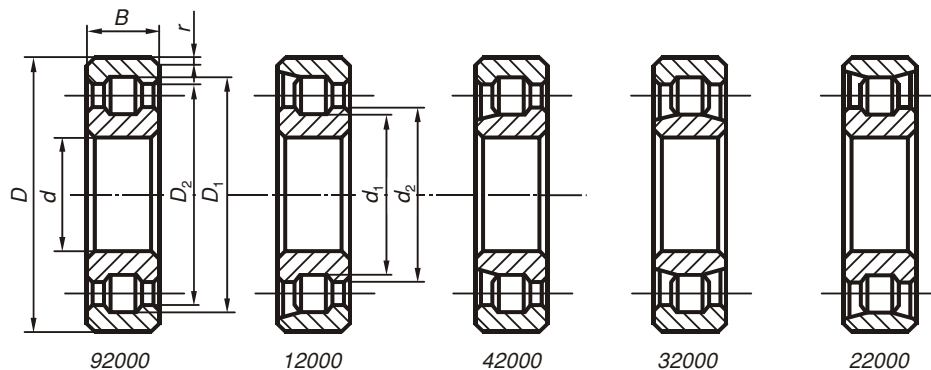
• **Ổ đĩa trụ một dãy**

Ký số hàng ngàn là 2, còn nếu có thêm các ký số hàng chục ngàn là các kiểu ký hiệu khác nhau của loại ổ này ví dụ các kiểu ổ đĩa trụ:

2000	42000
12000	92000
32000	

Ba số 0 tượng trưng ở đằng sau là vị trí của hàng trăm (cỡ ổ), hàng chục và đơn vị (đường kính trong).

- Số 2 ở hàng ngàn chỉ loại ổ là ổ đĩa trụ một dãy, các ký số hàng chục ngàn thể hiện thêm các kiểu khác nhau của ổ đĩa trụ này. Ổ đĩa cũng chủ yếu chịu lực hướng kính nhưng tải lớn hơn ổ bi và giá đắt hơn. Trong sử dụng, ta ưu tiên chọn ổ bi, nếu không đủ mới chọn ổ đĩa.



Hình 6.4 Các ký hiệu và kết cấu khác nhau của ổ đĩa trụ một dãy

Ví dụ: Các ổ 2305; 12305; 32305; 42305; 92305

Đều là các tên của ổ đĩa trụ (ký số 2 ở hàng ngàn), cỡ trung (ký số 3 ở hàng trăm) đường kính lỗ là 25 (do hai ký số cuối 05 nhân 5).