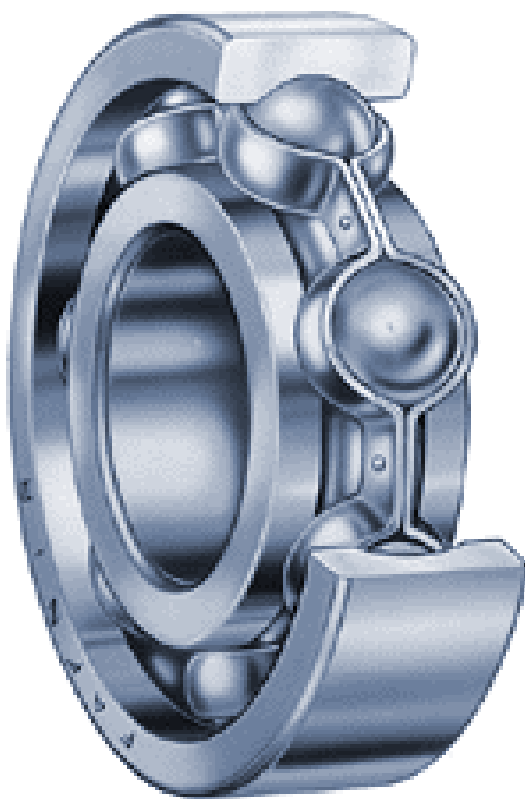


Chương 14

Ổ LĂN

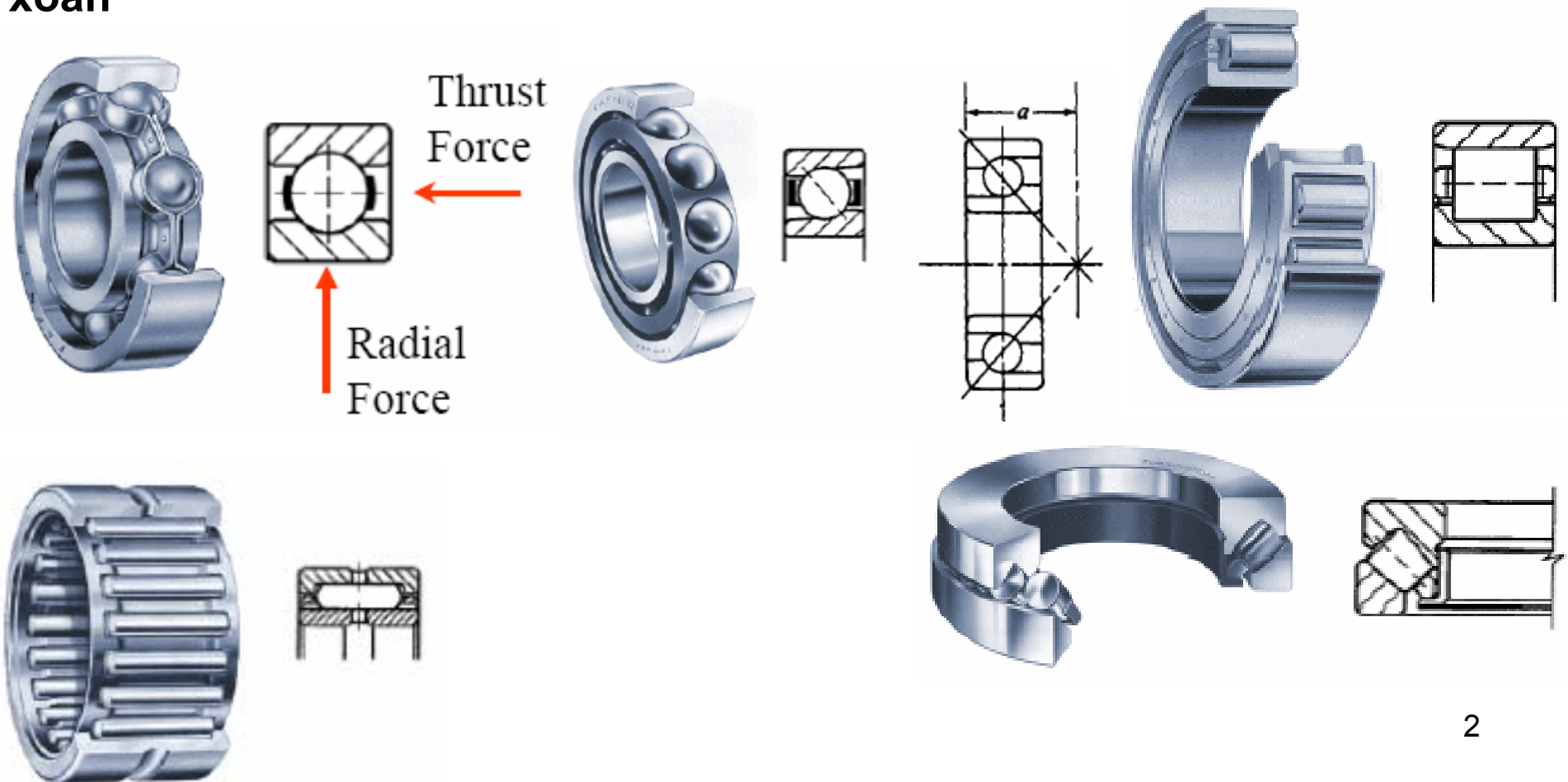
1. Khái niệm chung



Công dụng: ổ lăn dùng để đỡ trục và giảm ma sát giữa phần quay và không quay

Cấu tạo ổ lăn gồm: con lăn, vòng trong, vòng ngoài, vòng cách

Phân loại theo hình dáng con lăn: ổ bi, ổ đĩa, ổ đĩa côn, ổ kim, ổ đĩa trụ xoắn



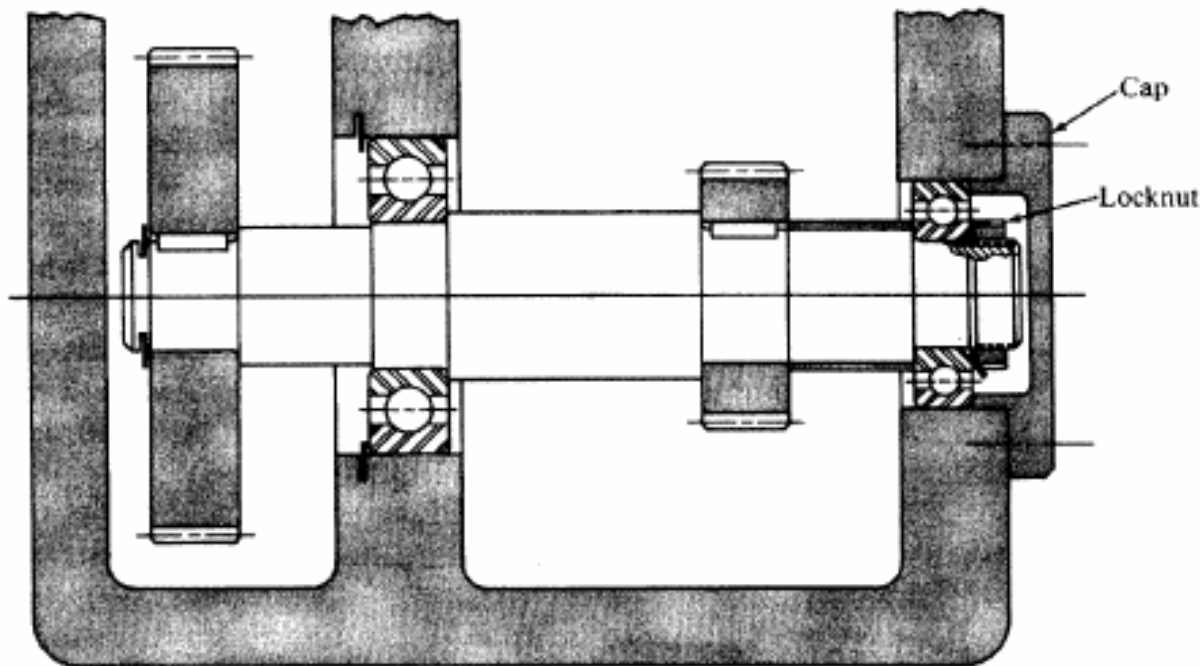
Phân loại theo khả năng chịu lực: ổ đỡ, ổ đỡ chặn, ổ chặn

Phân loại theo khả năng tự lựa: ổ tự lựa, ổ không tự lựa

Phân loại theo số dây con lăn: ổ 1 dây, ổ nhiều dây

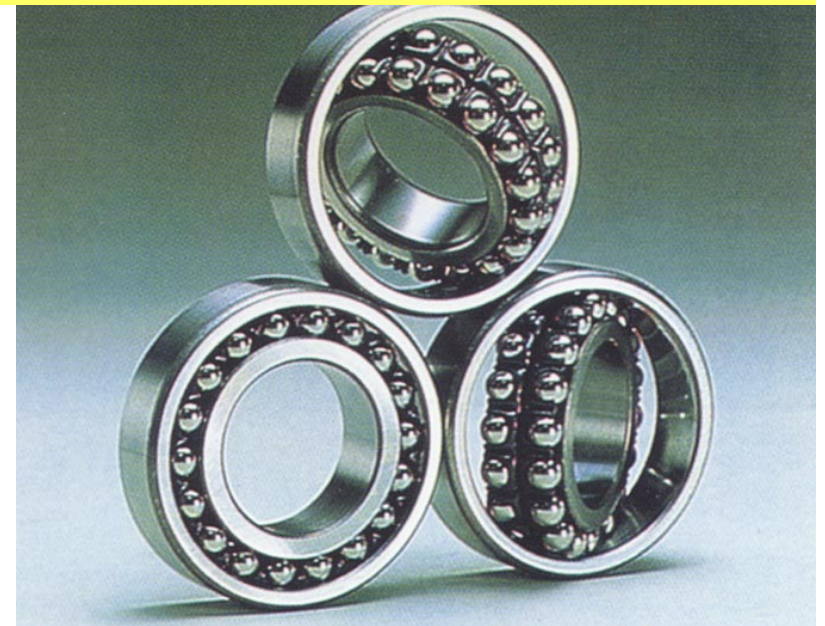
Phân loại theo kích thước đường kính ngoài: ổ cỡ rất nhẹ, cỡ nhẹ, cỡ trung, cỡ nặng

Phân loại theo kích thước bề rộng: ổ cỡ hẹp, ổ cỡ trung, ổ cỡ rộng



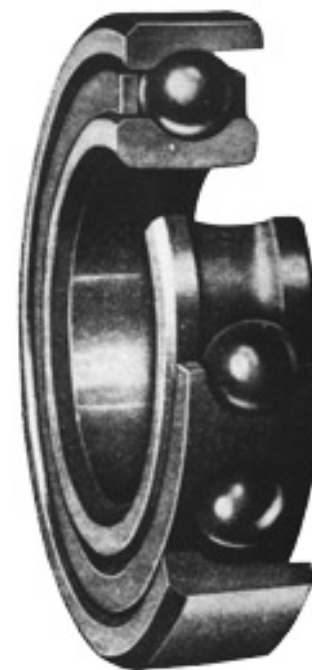
Các loại ổ lăn thông dụng

- Ổ bi đỡ 1 dãy
- Ổ bi đỡ lồng cầu 2 dãy
- Ổ đĩa trụ ngắn đỡ 1 dãy
- Ổ đĩa lồng cầu 2 dãy



Các loại ổ lăn thông dụng

- Ổ kim
- Ổ bi đỡ chặn 1 dãy
- Ổ đĩa côn đỡ chặn 1 dãy



Các loại ổ lăn thông dụng

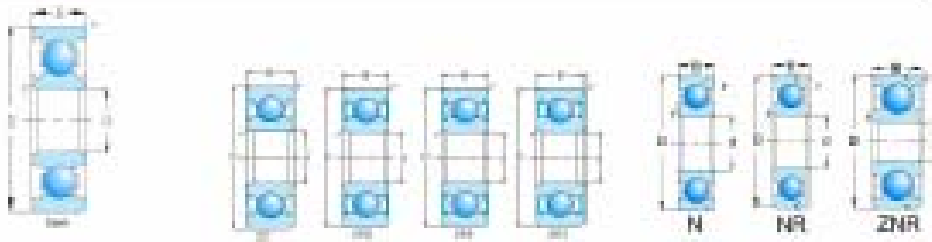
- Ổ bi chặn
- Ổ đĩa chặn



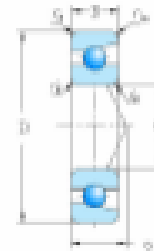
Ký hiệu ổ lăn

- Ký hiệu ổ lăn gồm tổ hợp các số và chữ, chủ yếu gồm 5 chữ số

Biểu thị loại ổ Chữ số thứ năm	Biểu thị kết cấu (bề rộng) Chữ số thứ tư	Biểu thị cỡ ổ (đường kính ngoài) Chữ số thứ ba	Biểu thị đường kính trong d Chữ số thứ nhất và hai
6 : ổ bi đỡ 1 dãy 7 : ổ bi đỡ chặn 1 dãy	Không kí hiệu	8,9 : siêu nhẹ 0 : đặc biệt nhẹ 2 : nhẹ 3 : trung 4 : nặng	-Nếu $d < 20$ mm ta có các kí hiệu sau: 00 nếu $d = 10$ mm 01 nếu $d = 12$ mm 02 nếu $d = 15$ mm 03 nếu $d = 17$ mm -Nếu $d \geq 20$ mm ta kí hiệu bằng : + Giá trị của thương $d/5$: nếu d chia hết cho 5 + /d : nếu d không chia hết cho 5 -Nếu $d \geq 500$ mm ta kí hiệu :/d
1 : ổ bi lòng cầu 2 dãy (Nếu ổ rộng : không cần kí hiệu)	2: nếu ổ rộng (ổ hẹp không kí hiệu)		
5 : ổ bi chặn	1 : nếu ổ 1 dãy 2 : nếu ổ 2 dãy		
3 : ổ bi côn 1 dãy	0,1 : ổ thấp 2 : ổ trung 3: ổ cao		
N,NU,NUP : ổ bi đĩa trụ ngắn 1 dãy	-Nếu ổ N :không kí hiệu -Nếu ổ NU ,NUP: 1 : ổ hẹp 2 : ổ rộng		
NF,NJ : ổ bi đĩa chặn trụ ngắn 1 dãy (NF : bên trái ; NJ bên phải)	Không kí hiệu		
NN ,NNU : ổ bi đĩa trụ ngắn 2 dãy (NNU : ổ hẹp , NN : ổ rộng)	4 : ổ hẹp 3 : ổ rộng		
HJ : ổ bi đĩa trụ ngắn 1 dãy có vòng chặn L	Không kí hiệu : vòng chặn nhỏ 2 : vòng chặn lớn		



Single row angular contact ball bearing



Deep groove ball Bearing

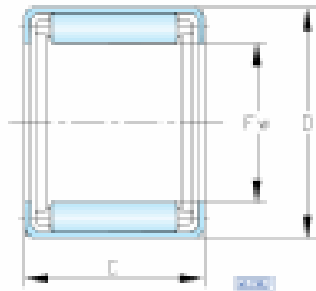
6000 series

Boundary dimensions(mm)				Basic load ratings(kN)		Limiting speeds(rpm)		Mass(Kg)	Bearing Number
d	D	B	r _s min	C _r	C _{or}	Grease	Oil	(g)	RTR
10	26	8	0.3	4.56	1.96	29,000	34,000	0.019	6000
10	26	8	0.3	4.56	1.96	29,000	34,000	0.019	6000C3
12	28	8	0.3	5.10	2.39	26,000	30,000	0.021	6001
12	28	8	0.3	5.10	2.39	26,000	30,000	0.021	6001C3
15	32	9	0.3	5.60	2.83	22,000	26,000	0.03	6002
15	32	9	0.3	5.60	2.83	22,000	26,000	0.03	6002C3
17	35	10	0.3	6.80	3.35	20,000	24,000	0.039	6003
17	35	10	0.3	6.80	3.35	20,000	24,000	0.039	6003C3
20	42	12	0.8	9.40	5.05	18,000	21,000	0.059	6004

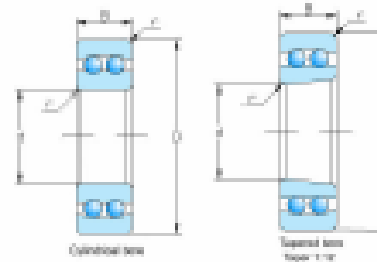
7900 series

Boundary dimensions(mm)					Basic load ratings(kN)		Limiting speeds(rpm)		Mass(Kg)	Bearing Number
d	D	B	r _s min	r _r min	C _r	C _{or}	脂潤滑	油潤滑	(g)	RTR
25	42	9	0.3	0.15	7.15	4.95	17,000	22,000	0.05	7905
30	47	9	0.3	0.15	7.56	5.75	14,000	19,000	0.056	7906
35	55	10	0.8	0.3	12.0	8.85	13,000	17,000	0.086	7907
40	62	12	0.8	0.3	12.7	10.2	11,000	15,000	0.13	7908
45	68	12	0.8	0.3	15.7	12.9	10,000	14,000	0.15	7909
50	72	12	0.8	0.3	16.6	14.5	9,200	12,000	0.157	7910
55	80	13	1	0.6	17.3	16.1	8,400	11,000	0.214	7911
60	85	13	1	0.6	18.1	17.4	7,800	10,000	0.23	7912

Drawn cup needle roller bearing



Self-aligning ball bearing



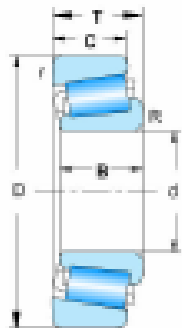
HK series

	Boundary dimensions(mm)			Basic load ratings(N)		Limiting speeds(rpm)	Mass(g)	Bearing Number
	Fw	D	C	Cr	Cor	Oil	(Approx.)	RTR
4	8	8		1540	1070	4500	1.8	HK0405TN
5	9	9		2200	1790	35000	2	HK0509
5	9	8		2200	1790	35000	1.9	HK05009X08
6	10	7		1800	1400	35000	1.8	HK0607
8	10	8		1830	1550	32000	2.1	HK0608
8	10	9		2850	2400	35000	2.2	HK0609
8	10	11		1700	1550	25000	2.3	HK0811
8	12	8		3230	2010	35000	2.5	HK08X12X08

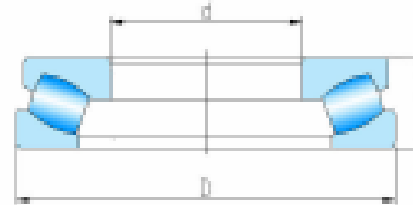
1200 series

	Boundary dimensions(mm)				Basic load ratings(N)		Limiting speeds(rpm)		Mass(Kg)	Bearing Number
	d	D	B	n ₃ min	Cr	Cor	Grease	Oil	(Approx.)	RTR
10	30	9	0.6	5.60	1.19	21,000	34,000	0.033	1200	
12	32	10	0.6	5.60	1.27	18,000	32,000	0.04	1201	
15	35	11	0.6	7.45	1.75	16,000	19,000	0.049	1202	
17	40	12	0.6	7.90	2.01	14,000	17,000	0.072	1203	
20	47	14	1	9.90	2.81	13,000	15,000	0.116	1204	
20	47	14	1	9.90	2.81	13,000	15,000	0.114	1204K	
25	52	15	1	12.1	3.30	11,000	13,000	0.138	1205	

Tapered roller bearing



Thrust roller bearing



Metric size tapered roller bearing

Dimensions (mm)			Basic load ratings (kN)		Cone		Cup		Mass (Kg)	Bearing No.	
d	D	T	Cr	Cor	B	R	C	r	(Approx.)	RTR	ISO 355
15	42	14.25	23.2	20.8	13	1	11	1	0.095	30302	T2FB015
17	40	13.25	20.5	20.3	12	1	11	1	0.08	30203	T2DB017
17	40	17.25	27.3	28.3	16	1	14	1	0.102	32203	T2DD017
17	47	15.25	28.9	26.3	14	1	12	1	0.134	30303	T2FB017
20	42	15	24.9	27.9	15	0.6	12	0.6	0.097	32004X	T3CC020
20	47	15.25	28.2	28.7	14	1	12	1	0.127	30204	T2DB020
20	47	19.25	38.5	39.5	18	1	15	1	0.16	32204	

Thrust cylindrical roller bearing

Boundary dimensions(mm)								Basic load ratings(kN)		Limiting speeds(rpm)		Mass(Kg)	Bearing Number
d	D	d1s max	d1s min	T	Dw	B	rs min	Cr	Cor	Grease	Oil	(Approx.)	RTR
30	60	60	32	18	5.5	8.25	1	84.0	168	1300	5000	0.250	89306
35	68	68	37	20	8	7	1	85.0	214	1200	4800	0.380	89307
40	78	78	42	22	7	7.5	1	85.0	277	1000	4000	0.520	89308
45	85	85	47	24	7.5	8.25	1	102	345	900	3800	0.670	89309
50	95	95	52	27	8	9.5	1.1	125	445	800	3200	0.940	89310
55	105	105	57	30	9	10.5	1.1	158	570	730	2900	1.27	89311
60	110	110	62	30	9	10.5	1.1	182	800	680	2700	1.35	89312

2. Động học và động lực học ổ lăn

2.1 Động học ổ lăn

Ta có vận tốc dài điểm tiếp xúc con lăn và vòng trong

$$v_1 = \frac{\omega D_1}{2}$$

Vận tốc dài tâm con lăn

$$v_0 = \frac{v_1}{2}$$

Vận tốc góc con lăn quay quanh trục chính nó

$$\omega_w = \frac{2(v_1 - v_0)}{D_w} = \frac{0.5D_1\omega}{D_w}$$

Vận tốc góc của vòng cách

$$\omega_c = \frac{2v_0}{D_{pw}} = \frac{0.5\omega D_1}{(D_1 + D_w)} \approx 0.5\omega$$

2.2 Động lực học ổ lăn

Phương trình cân bằng lực

$$F_r = F_0 + 2F_1 \cos \gamma + 2F_2 \cos 2\gamma + \dots + 2F_k \cos k\gamma$$

Với

$$\gamma = 360^\circ / Z$$

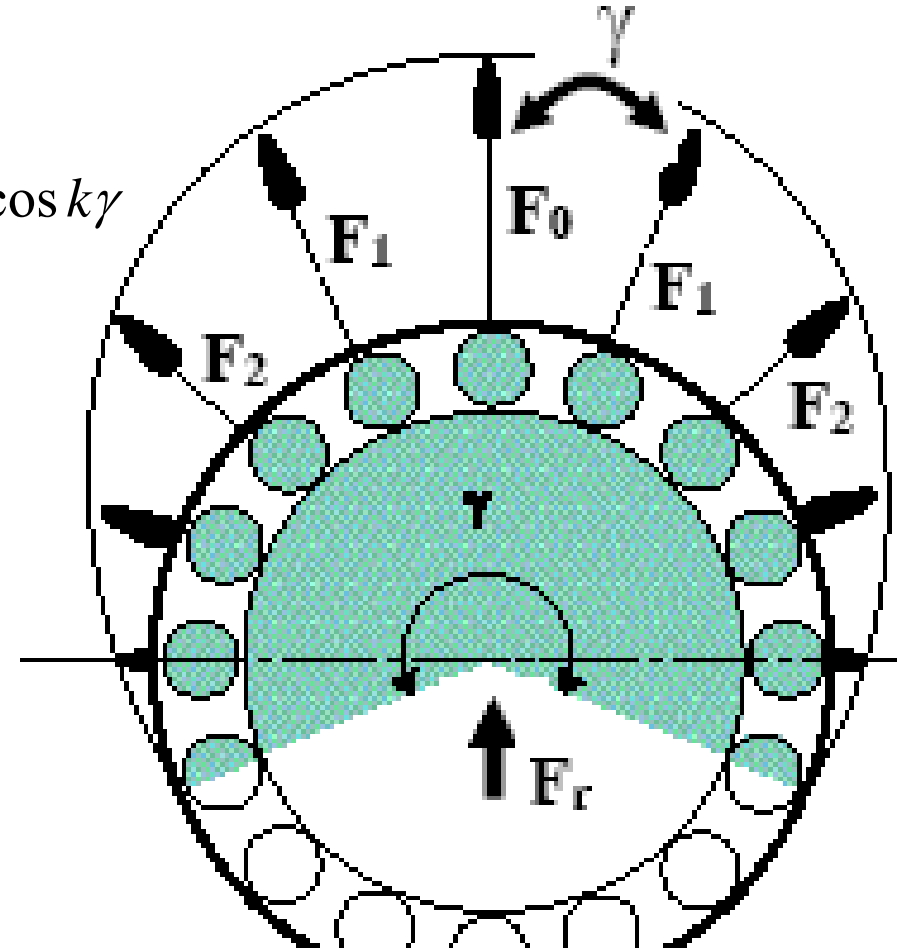
Z: tổng số con lăn

Và chứng minh được

$$F_0 = \frac{4.37 F_r}{Z}$$

Thực tế do có khe hở hướng tâm

$$F_0 = \frac{5F_r}{Z}$$



3. Dạng hồng và chỉ tiêu lựa chọn ổ lăn

Dạng hồng:

- Tróc rỗ bề mặt rãnh lăn vòng trong, vòng ngoài, con lăn do sự thay đổi của ứng suất tiếp xúc.
- Mòn con lăn và vòng ổ do bôi trơn kém
- Vỡ vòng cách: thường xảy ra với ổ quay nhanh
- Biến dạng dư rãnh vòng con lăn: thường xảy ra với ổ chịu tải lớn và quay chậm
- Vỡ vòng ổ và con lăn: do va đập hay lắp ráp không đúng kỹ thuật

Chỉ tiêu lựa chọn ổ lăn:

- $n \geq 10$ vg/ph: tính theo khả năng tải động
- $1 < n < 10$ vg/ph: chọn $n = 10$ vg/ph rồi tính theo khả năng tải động
- $n \leq 1$ vg/ph: tính theo khả năng tải tĩnh
- Khi tính theo khả năng tải động cần kiểm tra lại theo khả năng tải tĩnh

4. Tuổi thọ và độ tin cậy ổ lăn

Theo đồ thị đường cong mỏi

$$\sigma_H^{mH} N = const$$

Vì số chu kỳ làm việc N tỉ lệ với tuổi thọ L nên

$$\sigma_H^{mH} L = const$$

Và ứng suất tiếp xúc tỉ lệ với lực tác dụng nên

$$Q^m L = C^m$$

Vậy tuổi thọ ổ (triệu vòng)

$L = \left(\frac{C}{Q} \right)^m$	ổ bi	$m = 3$
	ổ đĩa	$m = \frac{10}{3}$

Nếu tính theo xác suất làm việc không hỏng

$$L = a_1 a_{23} \left(\frac{C}{Q} \right)^m$$

Với a_1 và a_{23} xem trang 392

Nếu biết tuổi thọ L_h (giờ)

$$L = \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6}$$

5. Lựa chọn ổ lăn theo khả năng tải động

Khi $n \geq 10$ vg/ph \rightarrow tính ổ lăn theo khả năng tải động

Khi 1 vg/ph $< n < 10$ vg/ph \rightarrow chọn $n=10$ vp/ph \rightarrow tính ổ lăn theo khả năng tải động

Hệ số khả năng tải động $C_{tt} = Q \sqrt[m]{L} \leq C$

Với $m = 3$ khi tính ổ bi và $m = \frac{10}{3}$ khi tính ổ đĩa

Tuổi thọ ổ lăn (triệu vòng)

$$L = \frac{60 n L_h}{10^6}$$

Tải trong qui đổi

• Ổ đỡ $Q = (V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_\sigma K_t$

• Ổ đỡ chặn $Q = (V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot \sum F_a) K_\sigma K_t$

• Ổ chặn $Q = F_a K_\sigma K_t$

• Hệ số khả năng tải động cho phép tra trong các phụ lục sách hoặc theo catalog của các công ty chế tạo ổ lăn. Hệ số X, Y xem bảng 11.3 & 11.4

Deep groove ball bearings, single row

Tolerances , see also text
 Radial internal clearance , see also text
 Recommended fits
 Shaft and housing tolerances

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	C	C_0		Reference speed	Limiting speed		
mm			kN		kN	r/min	kg	* - SKF Explorer bearing	
10	26	8	4,75	1,96	0,083	-	19000	0,019	6000-2RSH *
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	34000	0,019	6000-2RSL *
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	34000	0,019	6000-2Z *
10	26	8	4,75	1,96	0,083	-	19000	0,019	6000-RSH *
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	40000	0,019	6000-RSL *
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	40000	0,019	6000-Z *
10	26	12	4,62	1,96	0,083	-	19000	0,025	63000-2RS1
10	28	8	4,62	1,96	0,083	63000	40000	0,022	16100
10	28	8	4,62	1,96	0,083	63000	32000	0,022	16100-2Z
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200 *
10	30	9	5,4	2,36	0,1	-	17000	0,032	6200-2RSH *
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	28000	0,032	6200-2RSL *
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	28000	0,032	6200-2Z *
10	30	9	5,4	2,36	0,1	-	17000	0,032	6200-RSH *
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200-RSL *
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200-Z *
10	30	14	5,07	2,36	0,1	-	17000	0,04	62200-2RS1
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	6300 *
10	35	11	8,52	3,4	0,143	-	15000	0,053	6300-2RSH *
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	26000	0,053	6300-2RSL *
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	26000	0,053	6300-2Z *
10	35	11	8,52	3,4	0,143	-	15000	0,053	6300-RSH *
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	6300-RSL *
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	6300-Z *
10	35	17	8,06	3,4	0,143	-	15000	0,06	62300-2RS1

Bảng 11.3 Hệ số X, Y cho các loại ổ lăn một dãy

Loại ổ	α	F_d/C_o	$F_d(VF_d) \leq e$		$F_d(VF_d) > e$		e
			X	Y	x	Y	
Ổ bi đỡ một dãy	0	0,014				2,30	0,19
		0,028				1,99	0,22
		0,056				1,71	0,26
		0,084				1,55	0,28
		0,11	1	0	0,56	1,45	0,30
		0,17				1,31	0,34
		0,28				1,15	0,36
		0,42				1,04	0,42
		0,56				1,00	0,44
Ổ bi đỡ chân	12	0,014				1,81	0,30
		0,029				1,62	0,34
		0,057				1,46	0,37
		0,086				1,34	0,41
		0,11	1	0	0,45	1,22	0,45
		0,17				1,13	0,48
		0,29				1,04	0,52
	18 - 20 24 - 26 30 35, 36 40	0,43				1,01	0,54
		0,57				1,00	0,54
		-			0,43	1,00	0,57
		-	1	0	0,41	0,87	0,68
		-			0,39	0,76	0,80
		-			0,37	0,66	0,95
Ổ đĩa côn	-	-	1	0	0,40	$0,4 \cot \gamma$	$1,5 \text{tg} \gamma$
	45				0,68	1	1,25
	60				0,92	1	2,17
Ổ bi chặn đỡ	75				1,66	1	4,67
	-	-	-	-	$\text{tg} \gamma$	1	$1,5 \text{tg} \gamma$

Các hệ số K_σ và K_t xem trang 394

Khi có lực F_r tác động lên ổ đỡ chặn thì do đặc điểm kết cấu sẽ phát sinh tải dọc trục phụ S

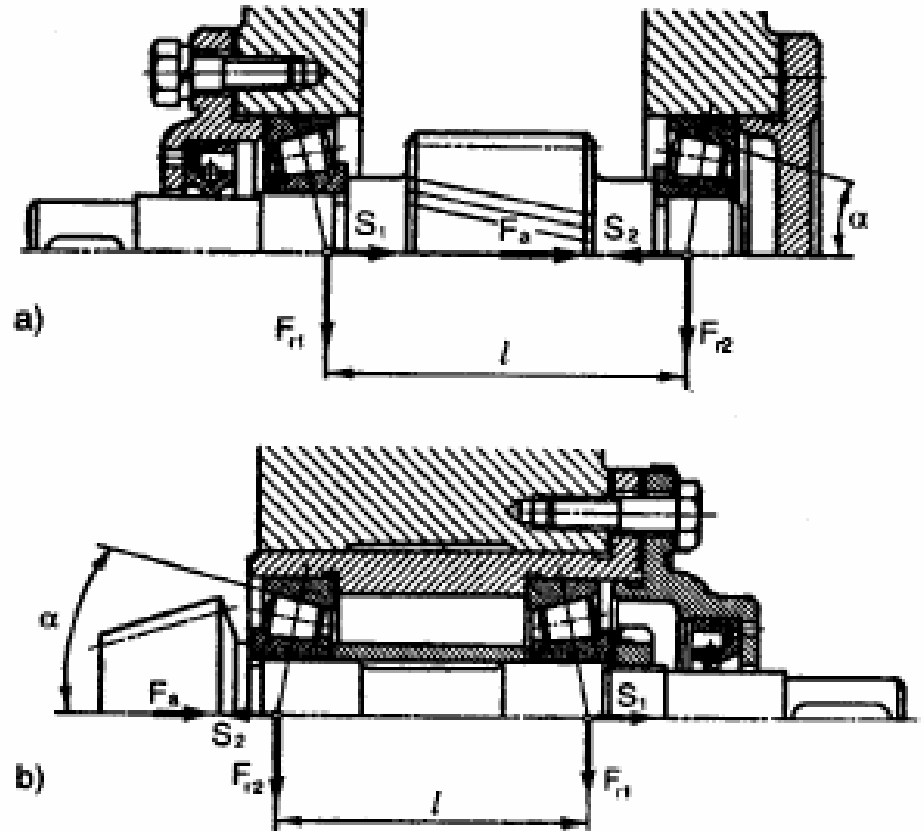
- Ổ bi đỡ chặn $S = e.F_r$
- Ổ đĩa côn $S = 0.83eF_r$

Xác định lực dọc trục tác động lên ổ bằng cách chiếu tất cả lực dọc trục lên phương song song trục, chiều dương chọn theo chiều chịu lực dọc trục của ổ. Khi tính cho ổ nào thì bỏ qua lực dọc trục phụ của chính ổ đó.

Lực dọc trục tác động lên ổ 1 $\sum F_{a1} = -F_a + S_2$

Lực dọc trục tác động lên ổ 2 $\sum F_{a2} = F_a + S_1$

Nếu $\sum F_{ai} < S_i$ Thì chọn lại $\sum F_{ai} = S_i$



6. Lựa chọn ổ lăn theo khả năng tải tĩnh

Khi $n < 1$ vg/ph \rightarrow tính ổ lăn theo khả năng tải tĩnh

Hệ số khả năng tải tĩnh

- Ổ đỡ và đỡ chặn

$$Q_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

Và

$$Q_0 = F_r$$

Điều kiện bền

$$Q_{0\max} \leq C_0$$

- Ổ chặn

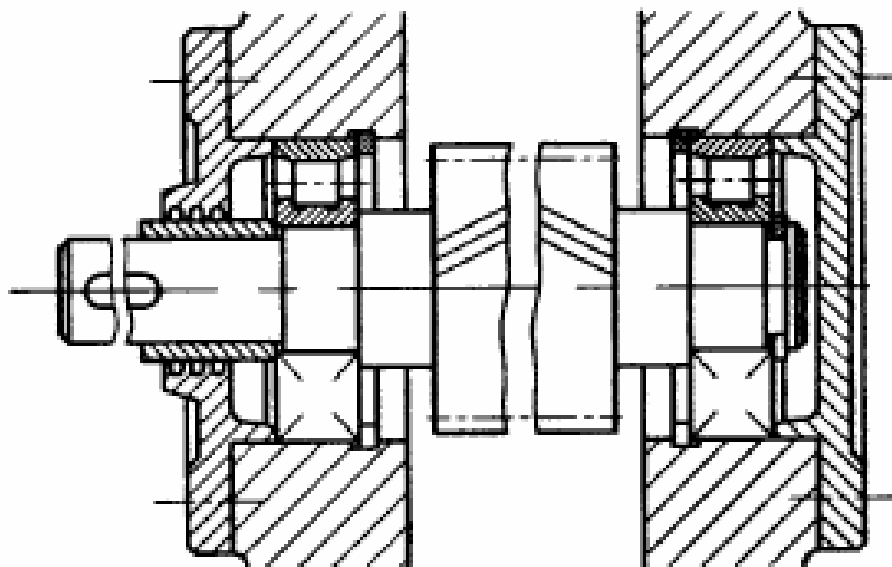
$$Q_0 = F_a \leq C_0$$

Với các hệ số X_0 và Y_0 tra bảng 11.6

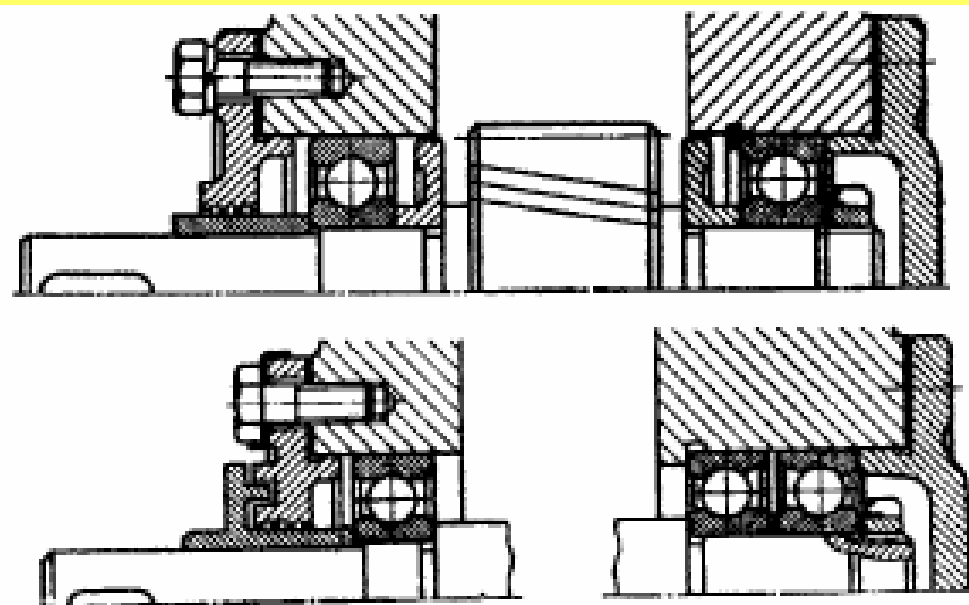
Bảng 11.6 Hệ số X_0 và Y_0

Loại ổ	X_0	Y_0
Ổ bi đỡ	0,6	0,5
Ổ bi đỡ chặn với góc:		
$\alpha = 12^\circ$	0,6	0,5
$\alpha = 26^\circ$	0,5	0,37
$\alpha = 36^\circ$	0,5	0,28
Ổ bi lòng cầu và ổ đĩa côn	0,5	$0,22 \cot \gamma$

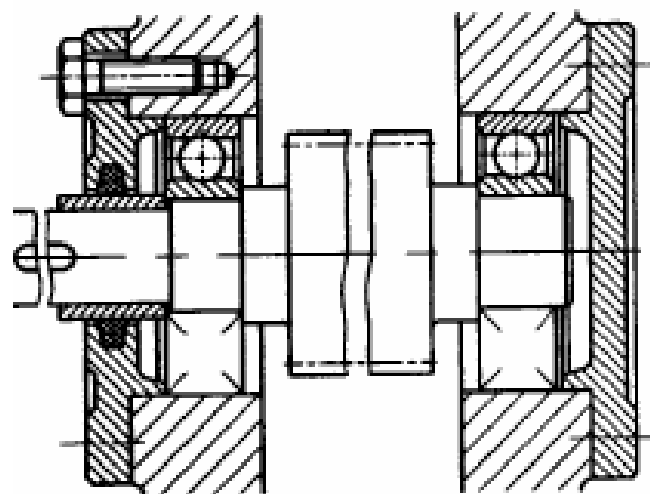
7. Định vị và lắp ghép ổ lăn



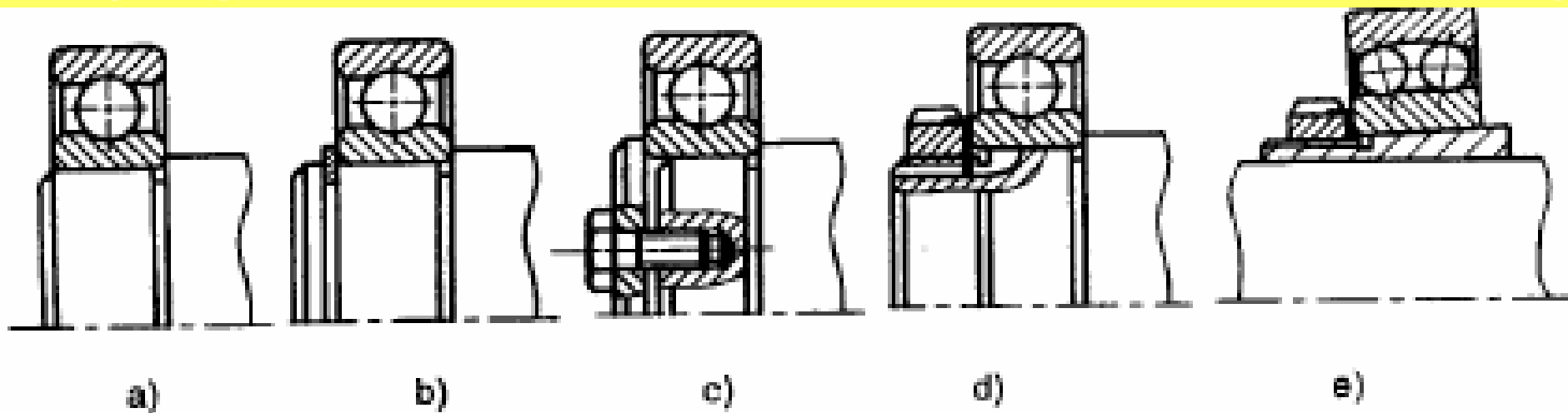
Hình 11.13 Sơ đồ lắp hai ổ tự động



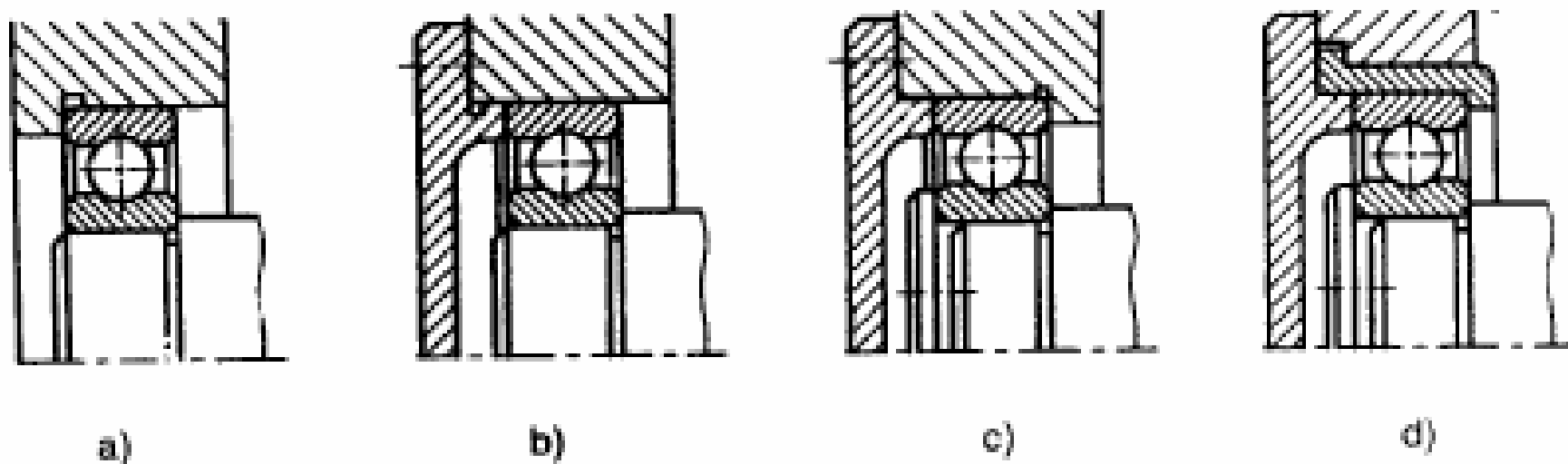
Hình 11.14 Sơ đồ lắp ổ cố định ở một đầu



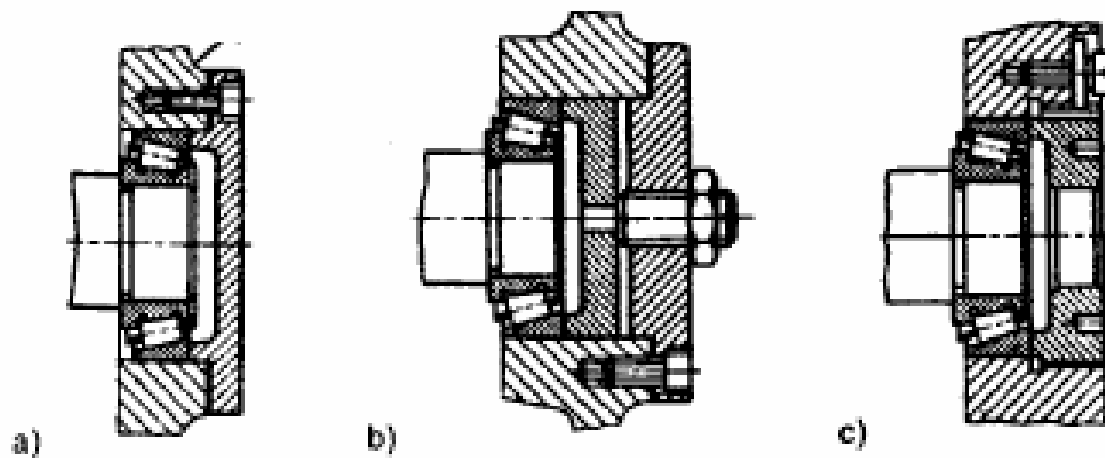
Sơ đồ lắp ổ có hai ổ dịch chuyển về một phía



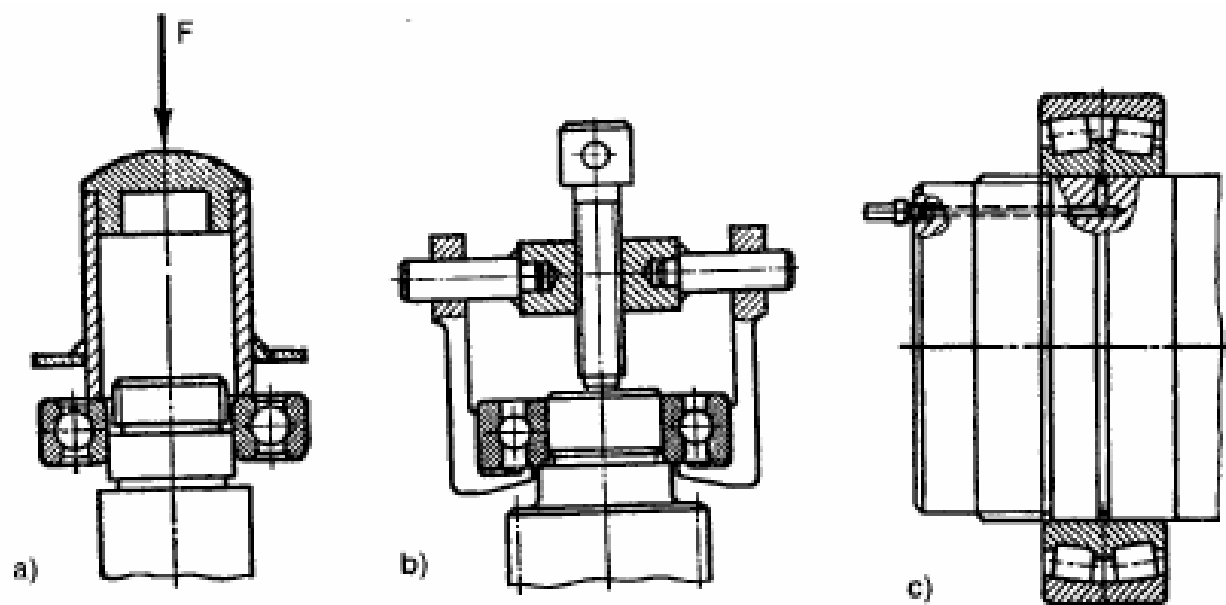
Hình 11.16 Cố định vòng trong ổ



Hình 11.17 Cố định vòng ngoài ổ



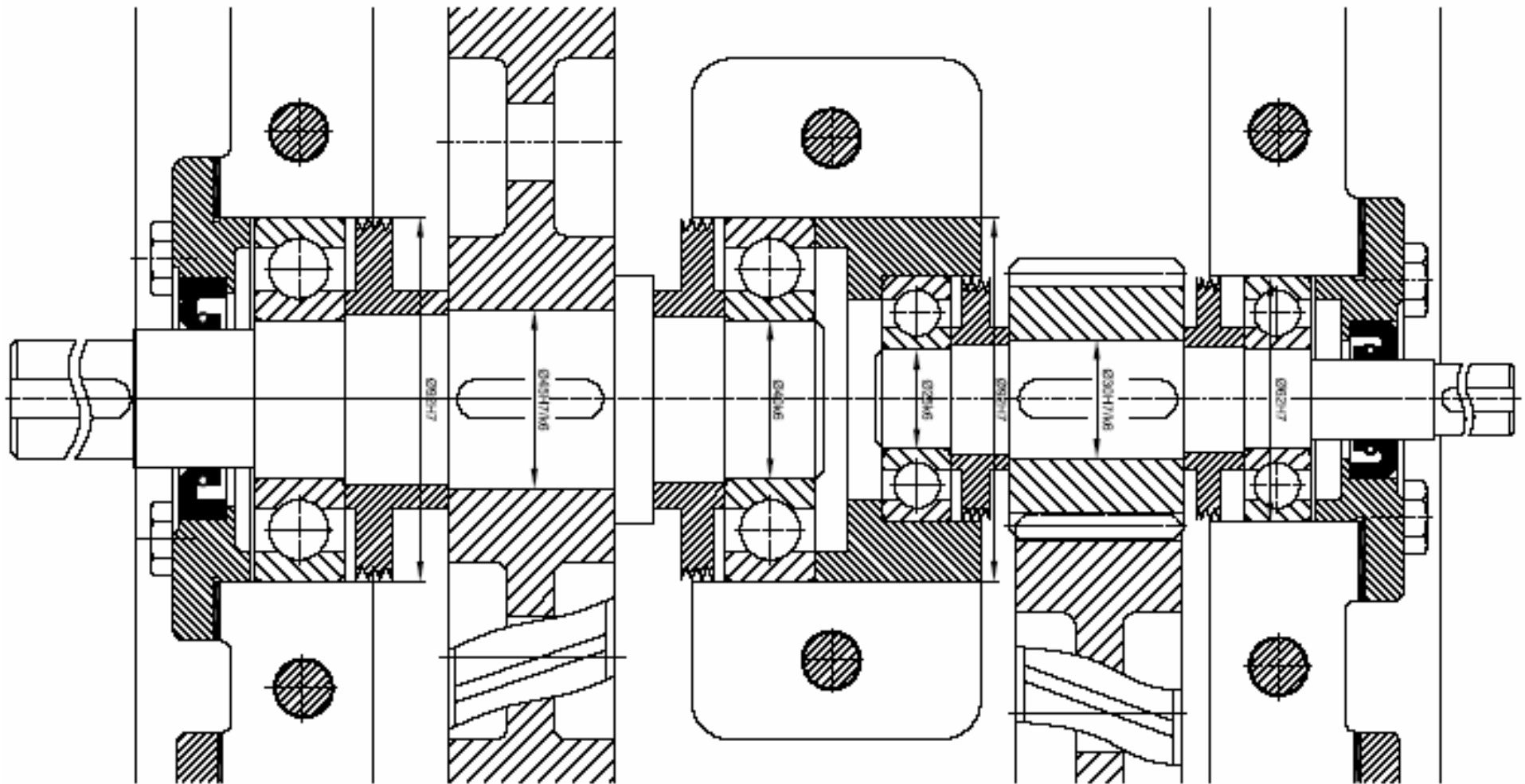
Hình 11.18

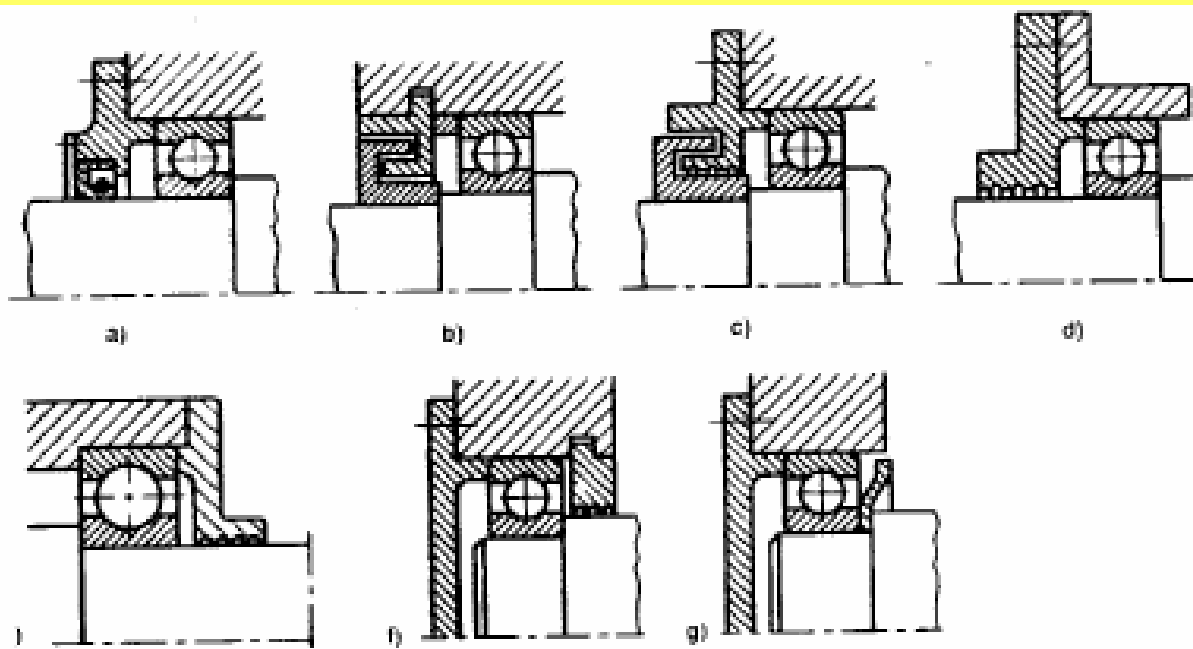


Hình 11.19

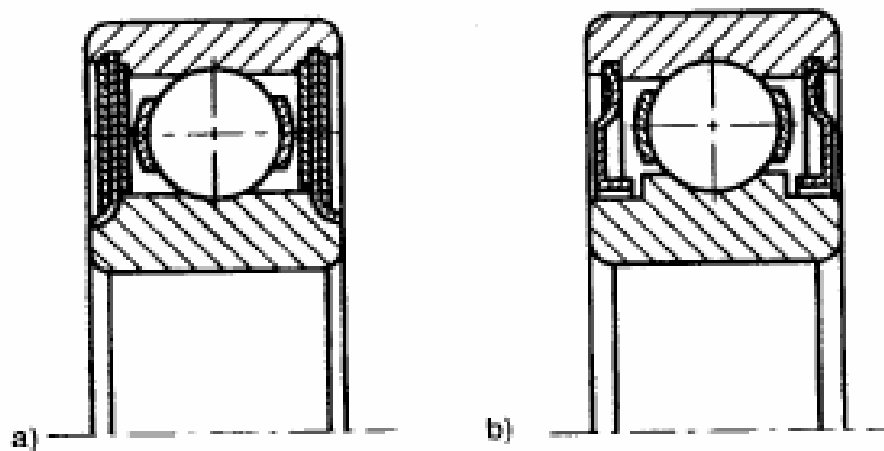
a) Dụng cụ lắp ổ; b) Dụng cụ tháo ổ; c) Tháo lắp ổ bằng thủy lực

8. Bôi trơn và che kín ổ lăn





Hình 11.21 Che chắn ổ lăn



Hình 11.22 Ổ lăn có vòng chắn dầu gắn trực tiếp lên ổ

9. Trình tự lựa chọn ổ lăn

Thông số biết trước: sơ đồ tính toán, số vòng quay của ổ, đường kính vòng trong d , điều kiện làm việc, thời gian làm việc (L_n – giờ).

Khi tính ổ lăn chỉ tính cho ổ chịu lực lớn nhất, ổ còn lại chọn cùng ký hiệu với ổ chịu lực lớn nhất.

- 1. Tính lực hướng tâm và dọc trục tác động lên ổ (xem phần tính trục)**
- 2. Chọn các hệ số V, K_σ, K_t**
- 3. Xác định tuổi thọ L (triệu vòng) và hệ số khả năng tải động tính toán C_{tt}**
- 4. Chọn cỡ ổ theo tiêu chuẩn thỏa $C_{tt} < C$ và $n < n_{gh}$**

HẾT CHƯƠNG 14