جلسه دوم (یاتاقان و روغنکاری)

۱-۷- محاسبه بار دینامیکی معادل

هرگاه ترکیبی از بار شعاعی و بار محوری بر یاتاقان اعمال شود، بایستی مقدار بار دینامیکی معادل را برای محاسبه عمر یاتاقان محاسبه نمود. بار دینامیکی معادل به صورت زیر محاسبه می‌شود. (مطابق با کتاب)

$$P = F_{eq} = ?$$

$$F_e = \max(F_{e1}, F_{e2})$$

$$F_{e1} = VF_r \qquad F_{e2} = XVF_r + YF_a$$

ضریبهای بار شعاعی معادل

نوع یاتاقان	X_1	Y_1	X_2	Y_2
بلبرینگ‌های تماس شعاعی	۱	۰	۰/۵	۱/۴
بلبرینگ‌های تماس زاویه‌ای با زاویه کم شیب	۱	۱/۲۵	۰/۴۵	۱/۲
بلبرینگ‌های تماس زاویه‌ای با زاویه پرشیب	۱	۰/۷۵	۰/۴	۰/۷۵
بلبرینگ‌های دور ردیفه و دوبله (نوع DB یا DF)	۱	۰/۷۵	۰/۶۳	۱/۲۵

توجه: از مجموعه (X_1 , Y_1) ویا (X_2 , Y_2) استفاده میگردد که حداکثر مقدار را برای F_{e2} ایجاد کند.

که در آن :

F_e .F_{eq} : بار معادل F_r : بار شعاعی

F_a : بار محوری V: ضریب چرخش

ضریب چرخش:
- V =1 چرخان بودن رینگ داخلی
- V = 1.2 چرخان بودن رینگ خارجی
- V =1 برای یاتاقانهای خود میزان

ضریب X و Y به تعداد و قطر ساچمه‌ها و نوع یاتاقان وابسته است و در جدول ۲-۱۱ کتاب آمده است.

معمولاً یاتاقانهای غلتشی را از لحاظ کلاس کاری به سه طبقه سبک، متوسط و سنگین طبقه بندی می‌کنند.

نحوه نامگذاری یاتاقانها در کاتالوگهای سازنده عنوان می‌گردد و معمولاً نوع کلاس کاری و قطر داخلی یاتاقان در این نامگذاری مستتر است. مثلاً در کاتالوگ SKF برای دو مدل: 6304 و 6204 قطر داخلی برابر با 20 میلیمتر است ولی کلاس کاری آنها با یکدیگر متفاوت است.

04 * 5 → d

2 , 3 → کلاس کاری را می‌هد

۱-۸- محاسبه بار دینامیکی معادل برای یاتاقانهای D.G.B.B (بر اساس کاتالوگ SKF)

برای یاتاقانهای D.G.B.B، مقدار بار دینامیکی معادل بر اساس کاتالوگ SKF از رابطه زیر بدست می آید:

$$P = F_r \qquad when \qquad \frac{F_a}{F_r} \le e$$

$$P = XF_r + YF_a \qquad when \qquad \frac{F_a}{F_r} > e$$

که در آن:

F_a: بار محوری F_r: بار شعاعی P: بار معادل دینامیکی

X,Y,e : ضرایبی که از جدول شماره ۴ صفحه 299 کاتالوگ SKF برحسب $f_o \frac{F_a}{C_o}$ خوانده می‌شود.

جدول (۴)-

Calculation factors for single row deep groove ball bearings

	Normal clearance			C3 clearance			C4 clearance		
$f_0 F_a/C_0$	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,172	0,19	0,56	2,30	0,29	0,46	1,88	0,38	0,44	1,47
0,345	0,22	0,56	1,99	0,32	0,46	1,71	0,40	0,44	1,40
0,689	0,26	0,56	1,71	0,36	0,46	1,52	0,43	0,44	1,30
1,03	0,28	0,56	1,55	0,38	0,46	1,41	0,46	0,44	1,23
1,38	0,30	0,56	1,45	0,40	0,46	1,34	0,47	0,44	1,19
2,07	0,34	0,56	1,31	0,44	0,46	1,23	0,50	0,44	1,12
3,45	0,38	0,56	1,15	0,49	0,46	1,10	0,55	0,44	1,02
5,17	0,42	0,56	1,04	0,54	0,46	1,01	0,56	0,44	1,00
6,89	0,44	0,56	1,00	0,54	0,46	1,00	0,56	0,44	1,00

Intermediate values are obtained by linear interpolation

و همچنین مقادیر f_0 و C_0 نیز از مشخصات بال برینگ هستند که از جداول مربوط به یاتاقان (کاتالوگ) خوانده می‌شود.

۱- ۹- محاسبه بار استاتیکی معادل

بار استاتیکی معادل بر اساس کاتالوگ SKF برای یاتاقانهای شیار عمیق (D.G.B.B) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_0 = Max\,(P_{01}, P_{02})$$
$$P_{01} = 0.6F_r + 0.5F_a$$
$$P_{02} = F_r$$

۱- ۱۰- محاسبه حداقل بار شعاعی برای بال برینگهای شیار عمیق

در سرعتها وشتابهای زیاد، جهت عملکرد بهتر یاتاقان بال برینگ شیار عمیق، بایستی یک حداقل نیروی شعاعی به یاتاقان اعمال گردد که بر اساس کاتالوگ SKF به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$F_{rm} = K_r \left(\frac{v \times n}{1000}\right)^{2/3} \left(\frac{d_m}{100}\right)^2$$

Where:

F_{rm}: Minimum radial load (KN)

K_r minimum load factor (product table)

v : Oil viscosity at operation temp ($\frac{mm^2}{s}$)

n: Rotational speed (rpm)

d_m: Bearing mean diameter (mm)

Where $d_m = \frac{1}{2}(d + D)$

۱- ۱۱- طراحی (انتخاب) یاتاقان مناسب با استفاده از کاتالوگ SKF

الف) انتخاب نوع یاتاقان (type)

ب) انتخاب سایز و اندازه یاتاقان

الف) انتخاب نوع یاتاقان *(type)*

پارامترهای ذیل در انتخاب نوع یاتاقان موثرند:

۱- فضای قابل دسترس

۲- بار (Load)

۳- ناهم راستایی (Misalignment)

۴- دقت (Precision)

۵- سرعت (Speed)
۶- حرکت آرام (سر و صدای کم) noise
۷- سختی ـ ماشین ابزار
۸- تغییر مکان در جهت طولی
۹- جا زدن و خارج کردن
۱۰- آب بندی داخلی یاتاقان (Seals)

ب) انتخاب سایز و اندازه یاتاقان

عمر یک یاتاقان غلتشی به عوامل ذیل وابسته است:

۱- عمر پوسته داخلی و خارجی یاتاقان
۲- عمر المان چرخنده
۳- عمر بخش جدا کننده
۴- روغنکاری
۵- قطعه آب بندی کننده (seals)
۶- بار (Load)

۱-۱۲- محاسبه ضریب اطمینان استاتیکی

ضریب اطمینان استاتیکی بایستی در حالتهای چرخش آهسته شافت، حرکت نوسانی آهسته برای شافت و زمانی که شافت مدت زمان کوتاهی ساکن می‌باشد محاسبه شود. در هر حال توصیه می‌گردد که ضریب اطمینان استاتیکی حتماً برای یاتاقان چک شود. ضریب اطمینان استاتیکی به صورت زیرمحاسبه می‌شود:

$$S_o = \frac{C_o}{P_o}$$

که در آن:

S_0: ضریب اطمینان استاتیکی ، P_0: بار استاتیکی معادل

C_0: ظرفیت استاتیکی

مقدار مجاز ضریب اطمینان استاتیکی در جدول شماره ۱۰ صفحه ۷۷ کاتالوگ SKF آمده است.

جدول (۱۰)

Guideline values for the static safety factor s_0

Type of operation	Rotating bearing Requirements regarding quiet running unimportant		normal		high		Non-rotating bearing	
	Ball bearings	Roller bearings	Ball bearings	Roller bearings	Ball bearings	Roller bearings	Ball bearings	Roller bearings
Smooth, vibration-free	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Pronounced shock loads[1)]	≥ 1,5	≥ 2,5	≥ 1,5	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

For spherical roller thrust bearings it is advisable to use $s_0 \geq 4$

پایان جلسه دوم