

جلسه سوم

اثر بار محوری

اگر بار وارده علاوه بر مولفه شعاعی مولفه محوری نیز داشته باشد، بار شعاعی معادل P مساوی مقدار بزرگتر حاصل از دو معادله زیر خواهد بود:

$$P = V_1 F_r$$

$$P = X V_1 F_r + Y F_a$$

که در آن:

F_r مولفه شعاعی بار

F_a مولفه محوری بار

X ضریب شعاعی از جدول

Y ضریب محوری یا ضربه از جدول که از عبارت $F_a / i Z D^2$ به دست می آید

هستند.

معادلات ذکر شده در مورد یاتاقان های شعاعی و تماس زاویه ای صادق هستند. برای بیمه کردن یاتاقان در مقابل شرایط ضربه ای که ممکن است تحت آن قرار گیرد، می توان ضریب کار C_1 را وارد معادلات کرد و داریم:

$$P = C_1 V_1 F_r$$

$$P = C_1 (X V_1 F_r + Y F_a)$$

مقادیر C_1 بستگی به تشخیص و تجربه طراح دارد و در جدول آمده است.

ضمناً بار ضربه ای وارد بر یاتاقان نباید از مقدار ظرفیت استاتیکی داده شده در جدول تجاوز کند در غیر این صورت ساچمه ها آسیب خواهند دید.

نوع بار	C_I
ثابت	1.0
ضربات سبک	1.5
ضربات متوسط	2.0
ضربات سنگین و بیشتر	3.0

شکل ۱-۷: ضریب تکان یا ضربه

مثال:

فرض کنید یاتاقان مثال (۸-۱) در سرعت 1200 دور بر دقیقه بار مرکبی را که از دو مولفه شعاعی و محوری تشکیل شده تحمل کند. مقدار مولفه شعاعی بار 400lb و مقدار مولفه محوری آن 300lb است. حلقه بیرونی یاتاقان می‌چرخد و یاتاقان تحت ضربات متوسط قرار دارد. عمر اسمی متوسط این یاتاقان را برحسب ساعت حساب کنید.

اطلاعات داده شده: بلبرینگ مورد نظر از نوع کنراد شعاعی شماره 207 است. دارای یک ردیف ساچمه است و تحت ضربات متوسط قرار دارد.

$$D = 7 / 16 \text{ in}; Z = 9; i = 1; C = 4440; F_r = 400 \text{ lb}; F_a = 300 \text{ lb}; n = 1200 \text{ rpm}$$

چون حلقه بیرونی بلبرینگ می‌چرخد، لذا $V_I = 1.2$ در نظر گرفته می‌شود.

فرضها: اثرات بارهای شعاعی و محوری را می‌توان با استفاده از روش بخش (۸-۳) با هم جمع کرد.

روش حل: از معادلات (۳)، (۴) و (۸) همراه با اطلاعات جدولهای (۸-۱) و (۸-۳) استفاده می‌کنیم.

جزئیات حل:

$$\frac{F_a}{iZD^2} = \frac{300}{9 \times 0.4375^2} = 174$$

از جدول (۸-۲) داریم

$$Y = 1.50; X = 0.56$$

از جدول (۸-۳) داریم

$$C_I = 2.0$$

با استفاده از معادله (۸) داریم

$$P = C_I(XV_I F_r + YF_a) = 2(0.56 \times 1.2 \times 400 + 1.5 \times 300) = 1440 \text{ lb (بار شعاعی معادل)}$$

با کاربرد معادلات (۳) و (۴) داریم

طراحی بلبرینگ برای بارهای متغیر - قانون انباشت صدمات خطی (Miner's - Equation) :

اگر یاتاقان عمر خود را تحت بار های $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ سپری کند می توان با استفاده از فرمول زیر عمر کلی آن (N_C) را بدست آورد.

$$\text{معادله مینرز: } \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i}{N_i} = \frac{1}{N_C}$$

$$\frac{\alpha_1}{N_1} + \frac{\alpha_2}{N_2} + \dots = \frac{1}{N_C}$$

که در آن $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ بیانگر عمر یاتاقان تحت باز گذاری های مجزای P_1 یا P_2 یا P_3 یا ... می باشد و $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ بیانگر درصدی از عمر کل یاتاقان که تحت بار دلخواه P_i است، می باشد.

با توجه به روابطی که قبلا بیان شد می توان رابطه بالا را به صورت زیر نیز نوشت:

$$\frac{\alpha_1 P_1^3}{10^6 C^3} + \frac{\alpha_2 P_2^3}{10^6 C^3} + \dots = \frac{1}{N_C}$$

بدیهی است که جمع مقادیر آلفا ها باید برابر با یک باشد.