

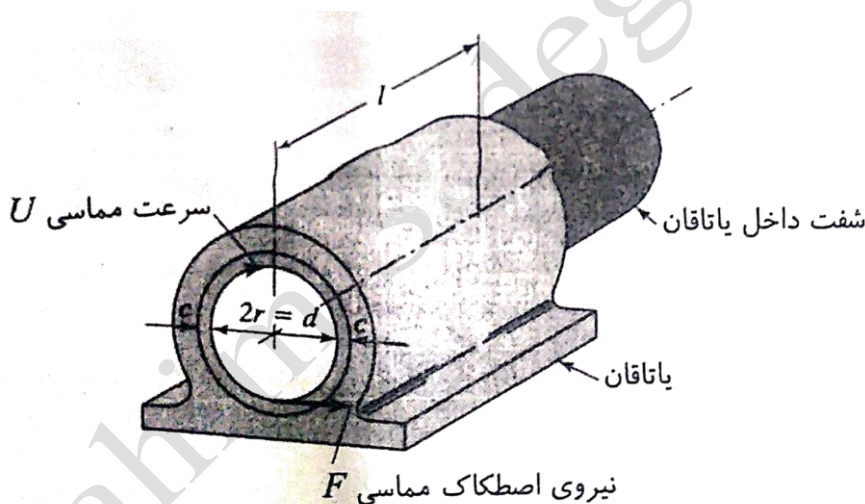
جلسه دهم

مثال:

یک یاتاقان ژورنال 360° به قطر 4 in و به طول 6 in تحت بار بسیار سبک قرار گرفته است. با استفاده از معادلات مقدار اسب بخار اصطکاکی آنرا حساب کنید.
 لقی شعاعی c برابر با 0.002 in و سرعت شفت برابر با 900 rpm است. از روغن $SAE10$ در دمای 175°F استفاده شده است.

حل:

اطلاعات داده شده: یاتاقان ژورنال 360° ; $d = 4\text{ in}$; $l = 6\text{ in}$; $n = 900\text{ rpm}$; $c = 0.002\text{ in}$;
 نوع روغن $SAE10$ دمای کار 175°F .
 فرضها: رفتار روغن مطابق با $ASTM\ Chart\ D341$ است.



اطلاعات داده شده: یاتاقان ژورنال 360° ; $d = 4\text{ in}$; $l = 6\text{ in}$; $n = 900\text{ rpm}$; $c = 0.002\text{ in}$;
 نوع روغن $SAE10$ دمای کار 175°F .
 فرضها: رفتار روغن مطابق با $ASTM\ Chart\ D341$ است.

جزئیات حل:

با استفاده از چارت ASME داریم:

$$\mu = 0.00000103 \text{ lb sec} / \text{in}^2$$

برای تبدیل سرعت دورانی به خطی داریم:

$$U = \frac{\pi dn}{60} = \frac{\pi (4) \times 900}{60} = 188.5 \text{ in.} / \text{sec}$$

برای نیروی F_1 طبق تعریف داریم

$$F_1 = \frac{2\pi \mu Ur}{c} = \frac{2\pi (0.00000103) \times 188.5 \times 2}{0.002} = 1.22 \text{ lb} / \text{in}$$

برای توان طبق روش اول داریم:

$$hp = \frac{F_1 l U}{6600} = \frac{1.22 \times 6 \times 188.5}{6600} = 0.209$$

برای گشتاور داریم:

$$T = F_1 l r = 1.22 \times 6 \times 2 = 14.64 \text{ in.} \cdot \text{lb}$$

و طبق روش دوم داریم:

$$hp = \frac{Tn}{63025} = \frac{14.64 \times 900}{63025} = 0.209$$

دیدیم که جواب ها از دو روش یکسان بدست آمد

توان اتلافی اصطکاکی

انرژی تلف شده توسط اصطکاک در یاتاقان به گرما تبدیل ، و باعث افزایش دمای روغن و اجزای مجاور می شود.

اکنون می خواهیم آهنگ تولید این گرما را تعیین کنیم. فرض کنید مقدار بار واحد بر واحد تصویر مساحت ld شفت درون یاتاقان برابر با P باشد. چون کل بار یاتاقان برابر با P/d است، نیروی اصطکاک مماسی برابر با fPl خواهد بود. در این عبارت f نشانگر ضریب اصطکاک است. گشتاور اصطکاکی برابر با $\frac{1}{2} fPl^2$ است. مقدار دوران محور بر حسب رادیان بر دقیقه برابر با $2\pi n$ است. در این عبارت n نشانگر تعداد دور محور در یک دقیقه است. کار انجام یافته توسط نیروی اصطکاک در مدت یک دقیقه با H_1 نشان داده می شود برابر با $\frac{1}{2} fPl^2 \times 2\pi n$ است. بنابراین می توان نوشت:

$$H_1 = \pi fPl^2 n$$

در واقع خطی نشانگر کار اصطکاکی بر دقیقه است. در این معادله به جای f عبارت $\frac{f_1}{W_1}$ و به جای P عبارت $\frac{W_1}{d}$ را قرار می دهیم. بنابراین خواهیم داشت:

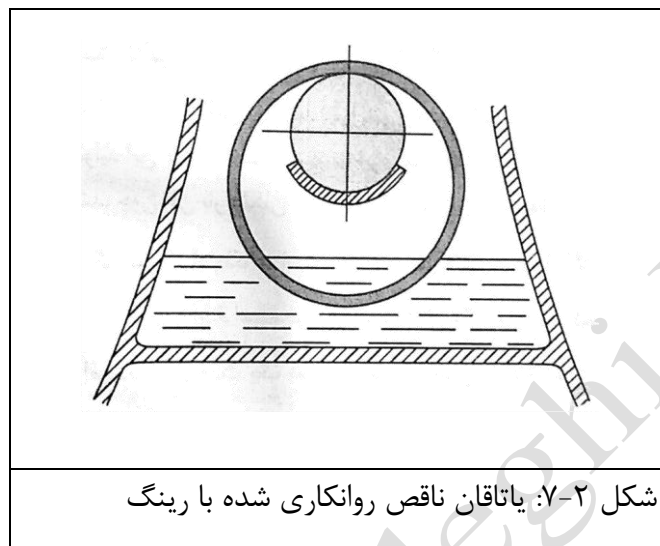
$$H_1 = \pi F_1 l d n$$

در معادلات بالا واحد کار می تواند $in.lb$ یا $N.mm$ باشد.

توان اتلافی یاتاقانهای خود خنک شو

در شرایط کار مداوم لازم است گرما در یاتاقان با همان آهنگی که تولید می شود از آن گرفته شود. اما اصولاً باید گرما با سرعت کافی از یاتاقان گرفته شود، در نتیجه دمای آن در حین کار به اندازه کافی پایین باشد تا آسیبی به روغن نرسد. در برخی موارد یاتاقان های بزرگ و مهم را توسط کوئل های سرد کن خنک می کنند. در سیستم هایی که روانکاری به صورت تحت فشار یا اجباری انجام می گیرد ، بخش زیادی از گرما توسط روغنی که پیش از رسیدن به یاتاقان خنک می شود از آن گرفته می شود

اما در حالت کلی بیشتر یاتاقان های مورد استفاده در صنایع به وسیله هوای اطرافشان بانک می شوند. بسیاری از یاتاقان ها خودشان دارای مخزن روغن هستند. این مخزن مطابق شکل در قسمت پایین یاتاقان قرار دارد در این نوع یاتاقان یک رینگ روغن یا زنجیر همراه با محور می چرخد و در حین چرخش به درون روغن فرو رفته و مقداری روغن را به بخش بالای محور هم می کند و از آنجا به روی شفت میریزد.



در مورد یاتاقان های خود خنک کن که افزایش دمای آن ها به طور ملایم صورت می گیرد قانون خنک کاری نیوتن به حد کافی دقیق است. طبق این قانون افت توان به صورت زیر محاسبه می شود

$$H_2 = C_1 A_c \Delta T_h$$

در این معادله C_1 آهنگ هنر کاری بر حسب واحد مناسب است. A_c مساحتی است که حرارت را دفع می کند و ΔT_h افزایش دمای هوا در اطراف را نشان می دهد. مساحت خنک کاری A_c را می توان مساوی حاصل ضرب ثابت C_2 در مساحت جانبی قسمتی از محور که در داخل یاتاقان است πdl فرض کرد. بنابراین می توان نوشت

$$H_2 = C_1 C_2 \pi dl \Delta T_h$$

در شرایط کار مداوم $H_1 = H_2$ است پس می توان نوشت

$$\pi f P l d^2 n = C_1 C_2 \pi dl \Delta T_h$$

یا

$$fPdn = C_1 C_2 \Delta T_h$$

با گذاشتن $\frac{F_1}{W_1}$ به جای $\frac{W_1}{d}$ بجای P خواهیم داشت

$$F_1 n = C_1 C_2 \Delta T_h$$

اگر C_1 بر حسب $BTU (hr. ft^2 \text{ deg. } F)$ داده شده باشد ، باید آن را بر حسب دقیقه و اینچ به دست آوریم. BTU یا واحد انگلیسی گرما مقدار انرژی است که برای بالا بردن دمای یک پوند آب به اندازه $1^\circ F$ لازم است.

است یک BTU برابر با 778 ft.lb یا $778 \times 12 \text{ in.lb}$ است بنابراین

$$1 \frac{BTU}{hr. ft^2 \text{ deg. } F} = \frac{778 \times 12 \text{ in.lb}}{(60 \text{ min})(12 \text{ in})^2 (\text{deg } F)} = 1.0805 \frac{\text{in.lb}}{\text{min in}^2 \text{ deg } F}$$