الفصل التاسع

9

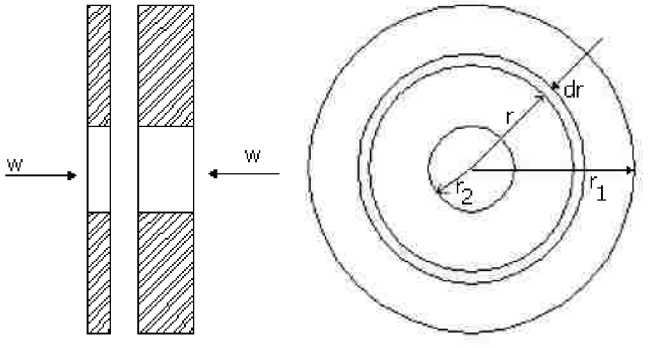
القوابض الاحتكاكية Friction clutches

يتيح القابض وصل أو فصل عمودين على استقامة واحدة، سواء كانا متوقفين أو في حالة دوران. وقد تكون القوابض الاحتكاكية قرصية أو مخروطية أو تعمل بالطرد المركزي. وفي كل حالة يحدث انزلاق حتى يصبح للعمودين نفس سرعة الدوران. وهذا الانزلاق يسمح بالتعشيق التدريجي للعمود المدار، كما أنه يحد من عزم اللي المطلوب من عمود الإدارة.

1-9 القوابض القرصية Plate clutches

في حالة القابض القرصي يتم نقل العزم بالاحتكاك بين سطحين أو أكثر من الأسطح الحلقية المتحدة المحور، والتي تبقى متلامسة بضغط محوري، وعادة ما يكون وجها كل قرص فعالين، بحيث يحتوي القابض وحيد القرص على زوجين من الأسطح المتلامسة. والقابض الذي يحتوي على عدد n زوج من الأسطح المتلامسة ينقل عزم دوران يعادل n من المرات التي ينقلها زوج واحد منها.

في الشكل (9-1) افرض سطحين حلقيين مستويين، ويتلامسان بضغط محوري w.



شكل (9-1)

أفرض T عزم اللي المنقول، وρ هي كثافة توزيع الضغط بين الأسطح.

القوة العمودية على شريحة حلقية $= \rho * 2\pi\ r\ dr$

القوة المحورية الكلية $2\pi \int_{r2}^{r1} \rho\ r\ dr = w$

والقوة الاحتكاكية على الحلقة $= \mu\ \rho * 2\pi\ r\ dr$

عزم القوة الاحتكاكية حول المحور $= \mu\ \rho * 2\pi\ r^2\ dr$

∴ عزم اللي المنقول $T = 2\pi\ \mu \int_{r2}^{r1} \rho\ r^2\ dr$

باعتبار أن الضغط منتظم التوزيع على مساحة التلامس فإن ρ ثابتة

$$w = \rho * \pi\ \left(r_1^2 - r_2^2\right)$$

$$T = \frac{2}{3}\pi\ \mu\ \rho\left(r_1^3 - r_2^3\right)$$

$$T = \frac{2}{3}\ \mu\ w\left(\frac{r_1^3 - r_2^3}{r_1^2 - r_2^2}\right)$$

و باعتبار أن معدّل البري في الأسطح المتلامسة منتظماً

البري α الضغط × السرعة.

البري αالضغط × نصف القطر.

أي أن ρr= ثابت (c)

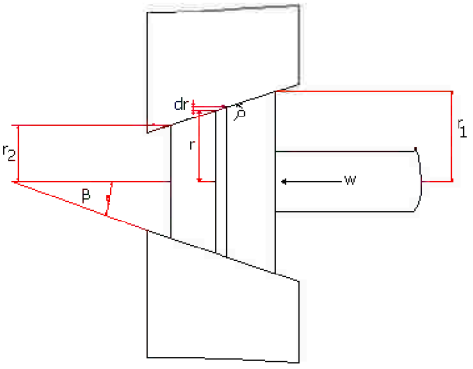
$$w = 2\pi\ c\left(r_1 - r_2\right)$$

$$T = \pi\ \mu\ c\left(r_1^2 - r_2^2\right)$$

$$T = \mu\ w\left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right) = \mu\ w\ R \quad \text{(عزم اللي المنقول)}$$

2-9 القوابض المخروطية Cone clutches

القابض المخروطي له زوج واحد من الأوجه المحتكة، ومساحة التلامس عبارة عن سطح مخروط ناقص، كما موضح بالشكل (9-2).



شكل (9-2)

إذا كانت ρ هي الضغط العمودي بين الأسطح القوة العمودية على شريحة

$$= \rho * 2\pi\ r\ dr \cos ec\beta$$

ومركبة هذه القوة في اتجاه المحور $= \rho * 2\pi\ r\ dr \cos ec\beta * \sin\beta = 2\pi\rho\ r\ dr$

$\therefore$ القوة المحورية الكلية $= 2\pi \int_{r2}^{r1} \rho\ r\ dr$

قوة الاحتكاك على الحلقة $= \mu\rho * 2\pi\ r\ dr \cos ec\beta$

عزم القوة (الاحتكاكية) حول المحور $= \mu\rho * 2\pi\ r^2\ dr \cos ec\beta$

العزم المنقول $= T = 2\pi\mu \cos ec\beta \int_{r2}^{r1} \rho\ r^2\ dr$

بفرض ρ ثابتة المقدار فإن $w = \pi\ \rho\left(r_1^2 - r_2^2\right)$

$$T = \frac{2}{3}\ \mu\ w\left(\frac{r_1^3 + r_2^3}{r_1^2 - r_2^2}\right)\cos ec\beta$$

وبفرض ρr ثابتة المقدار

$$w = 2\pi\ c\left(r_1 - r_2\right)$$
$$T = \pi\ \mu\ c\left(r_1^2 - r_2^2\right)\cos ec\beta$$
$$T = \frac{\mu\ w}{2}\left(r_1 + r_2\right)\cos ec\beta$$
$$T = \mu\ w R \cos ec\beta$$

مثال 9-1

القطر المتوسط لأسطح تلامس قابض مخروطي يساوي 300 ملم، وعرض السطح المخروطي 65ملم؛ وسطح المخروط مغطى بمادة تعطي معامل احتكاك مقداره 0.3، والزاوية بين راسم المخروط ومحوره هي 15°.

إذا كانت كثافة توزيع الضغط العمودي بين السطحين تحدها القيمة 70 kN/m^2، فأوجد أقصى قدرة يمكن نقلها عند السرعة 1200 rev/min دون حدوث انزلاق في القابض، وأيضاً أقل قوة محورية مطلوبة للإبقاء على القابض معشقاً.

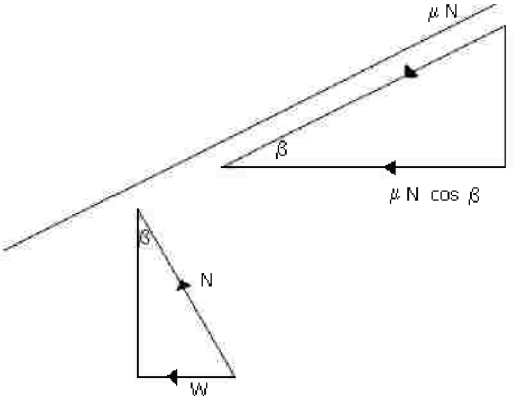
الحل:

$$r_1 - r_2 = 65 \sin 15^o = 16.83 \quad mm$$
$$\frac{r_1 + r_2}{2} = 150\ mm$$
$$\therefore r_1 = 158.4\ mm \quad , \quad r_2 = 141.6\ mm$$

بفرض انتظام معدّل التآكل فإن أكبر ضغط سيحدث عند أقل نصف قطر.

$$c = \rho\ r = 70 \times 10^3 \times 0.1416 = 9912$$
$$\begin{aligned} \mathrm{w} &= 2\pi\ \mathrm{c}\left(\mathrm{r}_1 - \mathrm{r}_2\right) \\ &= 2\pi \times 9912 \times 0.01683 \\ &= 1048\ \mathrm{N} \end{aligned}$$

$$T = \mu\, w\, R\, \text{cosec}15$$
$$= 0.3(1048)(0.15)(3.864)$$
$$= 182.3 \text{ N.m}$$
$$\frac{2\pi(182.3)(1200)}{60} = \frac{2\pi\, T\, N}{60} =$$
$$22900\, w =$$
$$22.9 \text{ kw} =$$



شكل (3-9)

من الشكل (3-9)

أقل قوة محورية مطلوبة ليبقى القابض معشقاً $= w + \mu\, N\cos\beta$

حيث N القوة العمودية بين الأسطح

ولكن:

$$N = w + \mu\, \cos ec\beta$$

∴ القوة المحورية

$$w(1 + \mu\, \cot\beta) = 1048(1 + 0.3\, \cot\beta) = 2225N$$

المصادر والمراجع

- أحمد زكي، وسائل نقل الحركة الميكانيكية – النيوماتية – الهيدروليكية، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

- Alaxi & Darbyshirg , Mechanics Engineering, Btec - Mtibnal units, Butterworth - Heinemann An Imprint of Elsevier,2005.

- Benjamin W. Niebel & Andris Freivalds, Methods, Standards, and work design, eleventh Edition, Mc - Grow Hill series 2005.

- Robert A.Parmley, Machine devices and components illustrated source book, Mc - Grow Hill series 2005.

- James Crvill. Mechanics Engineer's Data handbook, Butterworth - Heinemann An Imprint of Elsevier 2005.

- Grant R. Fowles & George L. Cassiday, Analytical Mechanics, seventh edition, Thomson Books 2007.