

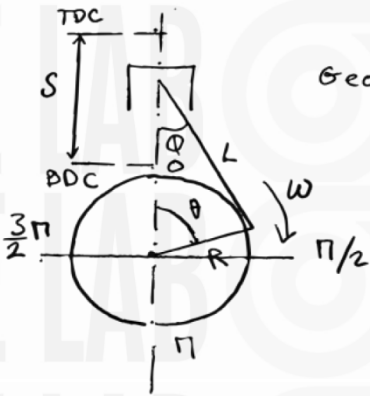
Grunnleggende for krefter som følge av treghetsmoment.

Antar: Trykk i sylinder ved vending på eksosstakt er nær eller under 1. atm.

Friskjonskraft kan neglesjeres i "vendingssyebukket"

Radeboltene optar alle krefter.

Skjema:



Geometri:

②

Akseletrasjonen.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial \theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} :$$

$$\vec{v} = R\omega \left(\sin \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right)$$

$$\vec{a} = \frac{d}{dt} R\omega \left(\sin \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$= \left(R\omega \cos \theta + R\omega \frac{1}{2} \cos 2\theta \right) \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$= R\omega^2 \left(\cos \theta + \frac{1}{2} \cos 2\theta \right) \frac{m}{s^2}$$

Når $\theta = 0$ rad er akselerasjon størst, da er stempel på TOPP posisjon "TDC"

$$\vec{a}(0) = R\omega^2 \left(\cos 0 + \frac{1}{2} \cos 2 \cdot 0 \right)$$

$$= R\omega^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot 1 \right) \frac{m}{s^2} \quad \text{likning ①}$$

For gjeldende motor med geometri

$$R = 0.0874 \text{ m}, L = 0.134 \text{ m} \quad \text{④}$$

Oscillerende krefter F_0 :

Fra Newtons 2. lov

$$\sum F = m a \rightarrow F_0 = m_0 \cdot \alpha$$

Stempel posisjonen:

$$\vec{s}(\theta) = R \left(1 - \cos \theta + \frac{1}{2} \sin^2 \theta \right) [m]$$

farten på stempel \vec{v} :

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{s}}{dt} = \frac{\partial \vec{s}}{\partial \theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial \vec{s}}{\partial \theta} \vec{\omega}$$

$$\omega [rad/s] = 2\pi n.$$

$$\frac{d}{dt} \left(R - R \cos \theta + R \frac{1}{2} \sin^2 \theta \right) \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$= \left(R \sin \theta + R \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) \cdot \omega$$

$$= R\omega \left(\sin \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) \left[\frac{m}{s} \right]$$

③

$$\vec{a}(0) = R\omega^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot 1 \right) \quad \lambda = \frac{R}{L}$$

$$n = 11800 \text{ rpm}, \quad \omega = 1235.7 \text{ rad/s}$$

får akselerasjon:

$$\vec{a}(0) \approx 220499 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Da blir de oscillerende krefter i NHz Newtons 2. lov med betingelsene beskrevet på s. 2

Kraften:

$$F_0 = m_0 \alpha_0$$

der m_0 er målt til:

$$m_0 = m_s + m_{gr} + m_{sk} + \frac{1}{3} m_{r0}$$

$$= 562.61g$$

$$= 0.5626 \text{ kg}$$

$$\alpha_0 = \vec{a}_0 = 220499 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

m_s : stempel
285g

m_{gr} : ringe
60g

m_{sk} : krysspinne
65g

$$\frac{1}{3} m_{r0} = 152.1g$$

⑤

Kraften påført begge boltene:

$$F_0 = m_0 \alpha_0 = m_0 R \omega^2 (1+l)$$
$$= \delta_{max} \cdot A_0 [N]$$

Maks tillatt kraft og turtall:

$$F_{maks} = m_0 R \omega^2 (1+l) [N]$$

$$\omega^2 = \frac{F_{maks}}{m_0 R \omega^2 (1+l)} \left[\frac{\text{rad}^2}{\text{sek}^2} \right]$$

$$\omega = \sqrt{\frac{F_m}{m_0 R (1+l)}} \left[\frac{\text{rad}}{\text{sek}} \right]$$

$$n_{maks} = \frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{F_m}{m_0 R (1+l)}} \left[\frac{r}{\text{min}} \right]$$

Maks turtall øker med kvadratroten av reduksjon av masse og slag.

F_{maks} i råde bolt: δ_y er flyt grense.

ARP 2000: $\delta_y = 180.000 \text{ PSI}$ (Tall fra ARP)

$$\delta_y = 12411 \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right]$$

Maks last før flyt:

$$F_{maks} = \delta_y \cdot A_0 = \delta_y \cdot \frac{\pi}{4} D_0^2 = \underline{62379 N}$$

$$n_{maks} = \frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{F_{maks}}{m_0 R (1+l)}}$$

Siden last fordeles på 20 bolt er 61r

$$F_{maks} \rightarrow F_{m1} \cdot 2 = 124759 N$$

$$n_{maks} = 11850 \text{ r/min}$$

ved " n_{maks} " får bolt ene vanlig deformasjon ved full styrke.

Da har bolt en en sikkerhetsfaktor

$$n_{2000} \approx 1.00$$

Setter sikkerhet til minimum 1.3 pga motorens dynamiske belastning og temperatur syklusser.

$$11850 \text{ r/min} \cdot \frac{1}{1.3} = \underline{9115 \text{ r/min}}$$

⑦

Bolt skifte og maskineri utføres. beregner ny n_{maks} .

ARP 625+ $D = 8 \text{ mm}$ - Ellers samme forutsetninger "yield strength" fra ARP:

$$235.000 \text{ PSI} = 1620 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$F_{maks} = 2F_1 = 2 \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \cdot 1620 \frac{N}{\text{mm}^2} = 162860 N$$

$$n_{maks} = \frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{F_{maks}}{m_0 R (1+l)}} = 13540 \text{ r/min}$$

Maks turtall med ARP 625+ og

$$S_f = 1.3: \frac{13540 \text{ r/min}}{1.3} = \underline{10415 \text{ r/min}}$$

Skifte til ARP 625+ og maks turtall $\approx 10600 \text{ r/min}$

⑧

Forlengelse bolt: Youngs modulus
 10415 r/min
 207 GPa
 $\delta = \frac{PL}{AE}$

Beregning av boltforlengelse ved 10500 r/min . ARP 625+

Formel:

$$\delta = \frac{PL}{AE}$$

$$E = 207 \text{ GPa}$$

$$L = 12 \text{ mm}$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

$$P = F_0 = m_0 \cdot \alpha = 0.562 \text{ kg} \cdot \alpha$$

$$\alpha = R\omega^2(1 + \lambda) \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$= 174590 \text{ m/s}^2$$

$$P = 98119.7 \text{ N p\u00e5 begge boltene}$$

$$49060 \text{ N p\u00e5 en bolt.}$$

$$\delta = 0.0566 \text{ mm boltforlengelse.}$$

Bolt forlengelse: $L = \Delta x$

$$\Delta x_1 = 12 \text{ mm:}$$

$$\delta = 0.0566 \text{ mm (ca midt p\u00e5)}$$

$$\Delta x_2 = 22 \text{ mm:}$$

$$\delta_{\text{max}} = 0.1037 \text{ mm (ca ved anleggsflate)}$$

total forlengelse av kvefter:

$$L_r = \Delta x_2 + L = (47.00 + 0.1037) \text{ mm}$$

$$= 47.1037 \text{ mm ved } 10500 \text{ r/min uten forspenn.}$$

Forspenn oppgitt fra ARP:

$$0.0052'' = 0.132 \text{ mm.}$$

Totalt strekk fra kvefter:

$$0.1037 - 0.132 \text{ mm} = \underline{\underline{-0.0283 \text{ mm}}}$$

