

Tengely méretezése 2

Egy csapágázott tengely közepére reteszkötéssel rögzítve egy kötél Dobot (csigát) szerelünk, amelynek segítségével egy $m=1000$ kg tömeget emelünk fel motoros meghajtás közbeiktatásával. A kötéldob átmérője $\varnothing 400$ mm és a kötélagak 180° -os szögben fekszenek fel a csigán. A csapágyközepek távolsága $L=740$ mm. A tengely folyáshatára $R_{eH}=337,5$ N/mm² és a biztonsági tényező értéke $n=2,5$. A tengely elrendezési 3D modelljét és elrendezési ábráit lásd lent! Milyen átmérőkre kell a tengelyt tervezni, abban az esetben, ha tömör tengelyt, vagy ha csőtengelyt alkalmazunk? A tömör tengely átmérője d . A csőtengely külső átmérője D , belső átmérője d , amelyeknek aránya $d/D=0,75$.

A tengelyre megengedett feszültség számolása:

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eH}}{n} = \frac{337,5}{2,5} = 135 \text{ N/mm}^2$$

Mint ahogy az oldalnézeti képből kiderül a tengely terhelése egyidejű csavarás és hajlítás, azaz összetett igénybevétel. Külön-külön meghatározzuk a csavarónyomatékot és a hajlítónyomatékot majd a redukált nyomaték és feszültség számításának segítségével tudjuk a tengely szükséges átmérőit kiszámolni.

A terhelőerő:

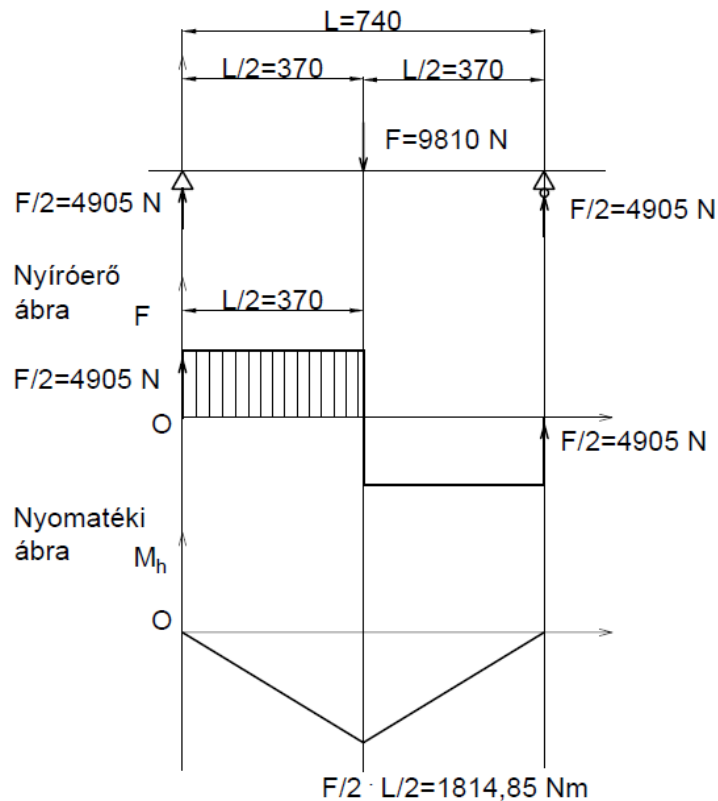
$$F = m \cdot g = 1000 \cdot 9,81 = 9810 \text{ N}$$

A csavarónyomaték:

$$T = F \cdot r = 9810 \cdot 0,2 = 1962 \text{ Nm}$$

A hajlítónyomaték számításához a tengelyt koncentrált erővel középen terhelt kéttámaszú tartóként modellezzük. Felrajzoltuk a lenti vázlaton a nyíróerőábrát és a nyomatéki ábrát. Mint látható a hajlítónyomaték maximális értékét a vonalkázott téglalap területének meghatározásával kapjuk.

$$M_h = \frac{F}{2} \cdot \frac{L}{2} = \frac{9810 \cdot 740}{4} = 1814850 \text{ Nmm} = 1814,85 \text{ Nm}$$



A tengely nyíróerő és nyomatéki ábrája

A redukált nyomaték:

$$M_{red} = \sqrt{M_h^2 + T^2} = \sqrt{1814,85^2 + 1962^2} = 2672,66 \text{ Nm}$$

Tömör tengely esetén az átmérő meghatározása:

$$\sigma_{red} = \frac{M_{red}}{K_{tömör}} = \frac{32 \cdot M_{red}}{d^3 \cdot \pi} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{red}}{\sigma_{meg} \cdot \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 2672,66 \cdot 10^3}{135 \cdot \pi}} = 58,64 \text{ mm} \rightarrow \text{kerekítve } d=60 \text{ mm}$$

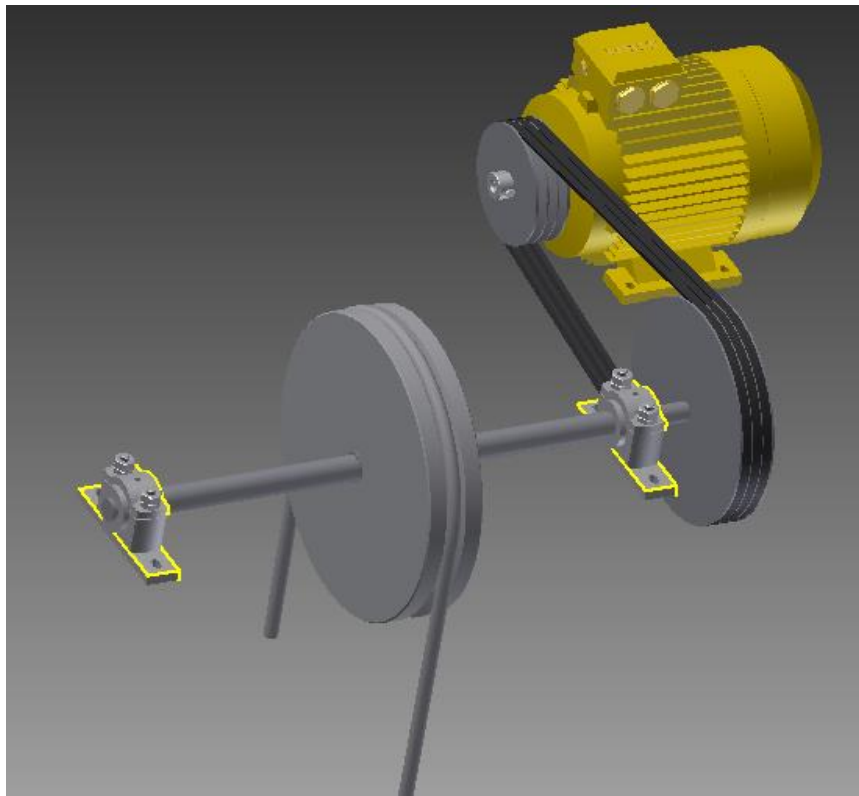
Csőtengely esetén a külső és belső átmérők meghatározása:

$$\sigma_{red} = \frac{M_{red}}{K_{cső}} = \frac{32 \cdot M_{red}}{D^3 \cdot \pi \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]} \Rightarrow D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{red}}{\sigma_{meg} \cdot \pi \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]}}$$

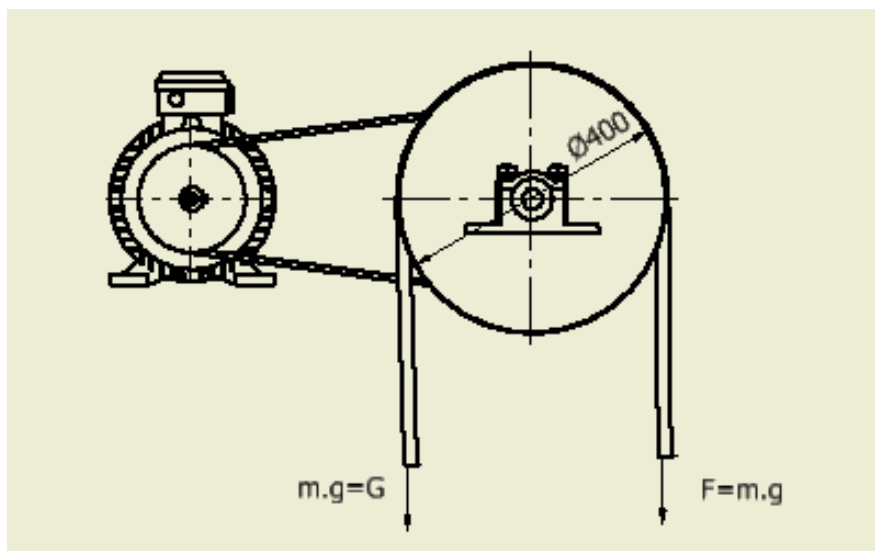
$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 2672,66 \cdot 10^3}{135 \cdot \pi \left[1 - (0,75)^4 \right]}} = 66,56 \text{ mm} \rightarrow \text{kerekítve } D=68 \text{ mm}$$

$$d = D \cdot 0,75 = 68 \cdot 0,75 = 51 \text{ mm}$$

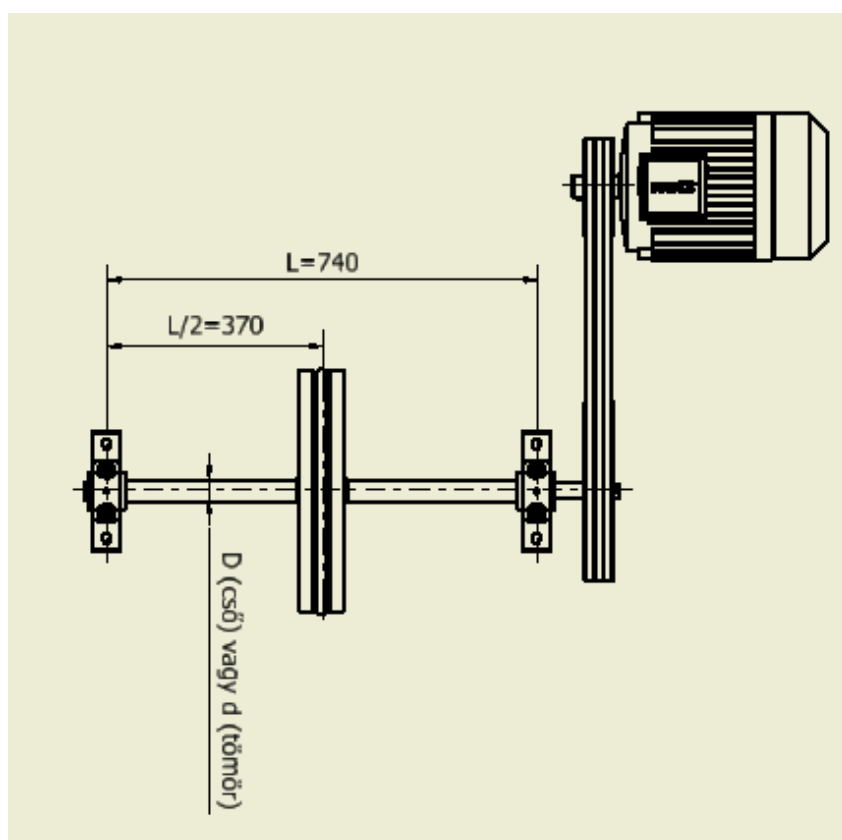
Ábrák:



A tengely elrendezés 3D modellje



Oldalnézeti kép a kötél tárcsával



Felülnézet a főbb méretekkel