PROPOSATUTAKO ARIKETA 10. GAIA: ENGRANAJE ZILINDRIKOEN MODULUAREN KALKULUA

ENUNTZIATUA:

Hortz zuzeneko gurpil pare zilindriko baten bidez mugimendua transmititu nahi da aurkako zentzuan biratzen duten eta 168 mm-ko distantziara dauden bi ardatzen artean. Transmititu beharreko potentzia N=25 CV da, eta ardatzen biraketa-abiadurak w_1=1650 bira minutuko eta w_2=550 bira minutuko dira. Engranajearen aurreikusitako iraupena 3000 funtzionamendu ordutakoa da. Gurpil txikienaren materiala St.50 motako karbonodun altzairua da. Hortzaren zabalera bezala, b=20·m hartu. Gurpilen modulua kalkulatzea (I seriekoa) eskatzen da.

Engranaje zilindriko zuzenen modulua kalkulatzeko, gai honetan aztertutako bi irizpideak erabiliko dira:
a) Makurduraren irizpidearen arabera: Lewisen formula.
b) Azaleko akatsen irizpideagatik: Hertzen ekuazioa.

EBAZPENA:

a) Makurduraren irizpidearen arabera: Lewisen formula.

$$m \geq 267.62 \cdot \sqrt[2]{\frac{Pot \cdot (i+1)}{\omega \cdot a \cdot \Psi \cdot \sigma_{adm} \cdot Y}}$$

m cm-tan lortzeko unitateak:

- Potentzia ZP-tan → 25 ZP
- ω bira minutu-tan (gurpil txikia) → 1650 bira minutu
- *a* cm-tan → Y-ren funtziopean
- σ_{adm} (kg/cm^2)→ (St-50 Normalizatua: 130-172 MPa = 1300 – 1720 kg/cm^2). Aukeratzen da 1300 kg/cm^2 kalkulu kontserbakorragoa izateko.
- i≥1 → i= ω_1/ω_2=1650/550=3
- Ψ gidatze-faktorea da eta doitasunezko gidatze baterako 20 kontsideratu behar dugu.

Y-ren balioa lortzeko prozedura iteratiboa da. Y-ren edozein balio aukeratzen da, modulua kalkulatzen da, eta hortik z_1-en balioa, modulu horri dagokiona, ekuazio honekin:

$$z_1 = \frac{2 \cdot a}{m \cdot (i+1)}$$

Ondoren, aukeratutako Y-ren balioa kalkulatutako z_1-en balioari dagokion egiaztatzen da; negatiboa bada, prozesua errepikatu egiten da. Oro har, prozesu horrek bi edo hiru iterazio izaten ditu.

Lehenengo iterazio baterako, $z_1 = 15$ dela jotzen da, eta Lewisen forma-faktorearen balio-taulatik, hortz kopuru hori $Y = 0{,}29$ balioarekin bat datorrela lortzen da. Ordezkatuz:

$$m \geq 267.62 \cdot \sqrt[2]{\frac{Pot \cdot (i+1)}{\omega \cdot a \cdot \Psi \cdot \sigma_{adm} \cdot Y}} = 267.62 \cdot \sqrt[2]{\frac{25 \cdot (3+1)}{1650 \cdot 16{,}8 \cdot 20 \cdot 1300 \cdot 0{,}29}}$$
$$= 0{,}185\ cm = 1{,}85\ mm \approx 2\ mm$$

Balio horrekin *z* eta *a* kalkulatzen dira.

$z_1 = \frac{2 \cdot a}{m \cdot (i+1)} \rightarrow a = \frac{m}{2}(z_1 + 3z_1) \rightarrow$ 168; 2/2(15+45)=60≠168

a=168 eta m=2 mm izan dadin, z elementuak beste balio bat izan behar du hasieran aukeratutakoaren aldean:

$$168 = \frac{2}{2}(z_1 + 3z_1) \rightarrow z_1 = 42\ hortz \rightarrow Y = 0.395$$

Non:

$$m \geq 267.62 \cdot \sqrt[2]{\frac{25 \cdot (3+1)}{1650 \cdot 16{,}8 \cdot 20 \cdot 1300 \cdot 0{,}395}} = 0{,}159\ cm = 1{,}6\ mm \approx 2\ mm$$

Azken emaitza:

- m=2 mm
- $z_1 = 42\ hortz$
- $z_2 = 126\ hortz$

b) Gainazaleko hutsegite irizpideagatik: Hertzen ekuazioa.

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_1 \cdot (i \pm 1)}{K_{adm} \cdot \Psi \cdot z_1^2 \cdot i \cdot sin\alpha \cdot cos\alpha}}$$

m cm-tan lortzeko unitateak:

- T bihurdurako parea (kg·cm)
- Errodadurako presio onargarria $K_{adm=}$ 11,73 kg/cm^2
  6. taulako balioen gainean bi interpelazio eragiketa eginez lortzen da. Gurpilak St-50 altzairuz eginak daude, eta pinoiaren abiadura angeluarra 1650 bira minutukoa da. K_{adm}-en 5.000 ordurentzako balioak, altzairu horren gurpiletarako, tabulatuta daude 1.500 eta 2.500 bira minutuko balioetarako. 10 eta 8,5ekin, hurrenez hurren. Lehenengo interpolazioa egingo da, ω_1=1650 bira minutu baita. Interpolazio horretatik K_{adm} lortuko dugu, 9,775 izanik 5.000 orduterako.

Gurpilen aurreikusitako zerbitzu-orduak 3.000 dira kasu honetan. Hori dela eta, K_{adm}-a biderkatu egin behar da 9,775·φ_{3000}. 6. taulan ez denez ageri 3.000 orduko iraupenerako balio berezirik, 1,25 (2500 ordukoari dagokiona) eta 1 balioa (5.000 ordukoari dagokiona) interpolatu behar ditugu. φ_{3000}=1,2; beraz, K_{adm}-ek 9,775 x 1,2=11,73 balioko du 3.000 ordurako.

Horrela,

- i≥1 → i= ω_1/ω_2=1650/550=3
- Ψ gidatze-faktorea da eta doitasunezko gidatze baterako 20 kontsideratu behar dugu.
- $T_1 = \frac{Pot}{\omega_1} = 1063{,}4\ kg \cdot m$

$z_1 = \frac{2 \cdot a}{m \cdot (i+1)} denez$, ekuazioan ordezkatuko da modulua kalkulatzeko:

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_1 \cdot (i \pm 1)^3 \cdot m^2}{K_{adm} \cdot \Psi \cdot 4a^2 \cdot i \cdot sin\alpha \cdot cos\alpha}}$$

Erroa kentzen badugu,

$$m^3 \geq \frac{2 \cdot T_1 \cdot (i \pm 1)^3 \cdot m^2}{K_{adm} \cdot \Psi \cdot 4a^2 \cdot i \cdot sin\alpha \cdot cos\alpha}$$

$$m \geq \frac{2 \cdot T_1 \cdot (i \pm 1)^3}{K_{adm} \cdot \Psi \cdot 4a^2 \cdot i \cdot sin\alpha \cdot cos\alpha}$$

$m \geq \frac{2 \cdot 1063{,}4 \cdot (3 \pm 1)^3}{11{,}73 \cdot \Psi \cdot 4a^2 \cdot i \cdot sin\alpha \cdot cos\alpha}$ = 0,531 cm = 5,31 mm ≈ 6 mm

$$z_1 = \frac{2 \cdot a}{m \cdot (i+1)} = \frac{2 \cdot 168}{6 \cdot (3+1)} = 14\ ;\ z_2 = 3 \cdot z_1 = 42$$

Gainazal-hutsegite metodoaren bidez lortutako modulua makurdura-kalkuluaren bidez lortutakoa baino murriztaileagoa da, eta, beraz, m = 6 mm-ko balio hori hartu beharko da engranajearen diseinu-balio gisa.