

## Zgjidhje

$$N = 39; \quad r = 9,31 \text{ mm}; \quad b = 22,15 \text{ mm} = \beta r = 2,379 r \quad (\text{krahu i manivelit})$$

$$2.26 \leq \beta \leq 2.50$$

Për pyetjen e fundit, nevojiten dimensionet e rrotës së dhëmbëzuar (1), vidhës pa fund (2) dhe manivelit (3):

$$R_1 = 33.10 \text{ mm}; \quad h_1 = (2R_1)/12 = 5.52 \text{ mm}$$

$$R_2 = 6.42 \text{ mm}; \quad h_2 = 28.76 \text{ mm}$$

$$R_3 = 2.38 \text{ mm}; \quad h_3 = 24.42 \text{ mm};$$

**Kujdes: matjet bëhen me kalibër**

këto të dhëna janë nga origjinali i skicës në faqen e dytë por gjatë printimit ju mund t'ju ndrihojnë disa për shkak të formatit të printimit. Mire është që pasi ta printoni skicën të kryeni vet matjet dhe me ato matje të kryeni njëhesiset e nevojshme, edhe pse matjet mund të jenë pak të ndryshme nga këto konkluzionet nuk ndryshojnë.

Në njësitë e  $r$  madhësitë shprehen kështu

$$R_1 = \alpha_1 r = 3,555 r; \quad h_1 = R_1/12 = \gamma_1 r = 0.5925 r \quad 3.38 \leq \alpha_1 \leq 3.73 \quad 0.563 \leq \gamma_1 \leq 0.622$$

$$R_2 = \alpha_2 r = 0.6896 r; \quad h_2 = \gamma_2 r = 3.089 r \quad 0.655 \leq \alpha_2 \leq 0.724 \quad 2.93 \leq \gamma_2 \leq 3.24$$

$$R_3 = \alpha_3 r = 30.2556 r; \quad h_3 = \gamma_3 r = 2.623 r \quad 0.243 \leq \alpha_3 \leq 0.268 \quad 2.49 \leq \gamma_3 \leq 2.75$$

## Pyetja 2

Çdo rrotullim i manivelit korrespondon me avancimin e një dhëmbi, pra  $1/N$  e perimetrin të rrotës së dhëmbëzuar, kështu

$$d\ell : 2\pi b = dz : \frac{2\pi r}{N} \quad \text{pra} \quad \frac{d\ell}{dz} = \frac{Nb}{r} \quad \text{prandaj me vlerat e } b \text{ dhe } r \text{ e gjetura,} \quad \frac{d\ell}{dz} = 92.87$$

Në mungesë të fërkimit, puna e bërë nga forca  $F$  e aplikuar në manivel (në drejtim të lëvizjes së tij të menjëhershme) shkon në tërësi për të rritur energjinë potenciale të masës së varur, prandaj

$$F d\ell = Mg dz \Rightarrow F = \frac{dz}{d\ell} mg = \frac{Mgr}{Nb} = 0.01078 Mg \quad 0.0102 \leq F/(Mg) \leq 0.0113$$

**Për të ngritur një objekt drejtpërdrejt, ju duhet një forcë e barabartë me peshën e tij; dobi e makinës konsiston në faktin se me këtë është e mjaftueshme të aplikohet një forcë më të vogël se pesha e objektit.**

$$F/(Mg) < 1$$

## Pyetja 3

Nëse  $F$  është forca e aplikuar në manivel në një kohë  $dt$ , fuqia është  $F d\ell/dt$ . Nga kjo një pjesë  $3/4$  (75%) shkon për fërkime, dhe  $1/4$  për ngritjen e trupit,  $Mg dz/dt$ , atëherë

$$Mg \frac{dz}{dt} = \frac{1}{4} F \frac{d\ell}{dt}$$

Makina është e dobishme nëse  $F < Mg$ , dhe për këtë arsye,

$$F = 4Mg \frac{dz}{d\ell} = 0.04311 Mg \quad 0.0410 \leq F/(Mg) \leq 0.0453$$

**Pra makina është e dobishme**

## Pyetja 4

Kemi çështjen e vlerësimit të dimensioneve, pastaj masat dhe momentet e inercisë së përbërësve të ndryshëm dhe llogaritjes së shpejtësive përkatëse këndore.

Nëse masa lëviz me shpejtësinë  $v$ , shpejtësia këndore në sistemit ( $S_1$ ) e rrotës së dhëmbëzuea është  $\omega_1 = v/r$ , ndërsa sistemi i vides pa fund ( $S_2$ ) rrotullohet me shpejtësinë këndore  $\omega_2 = N\omega_1 = Nv/r$ .

Të tre objektet janë të ngjashëm me cilindra me rreze  $R_i = \alpha_i r$ , trashësi  $h_i = \gamma_i r$ ; ( $i = 1; 2; 3$ ); dhe dendësi  $\rho$ ; vëllimi dhe masa janë

$$V_i = \pi R_i^2 h_i = \pi \alpha_i^2 \gamma_i r^3; \quad m_i = V_i \rho = \pi \alpha_i^2 \gamma_i \rho \cdot r^3$$

Për rrotën e dhëmbëzuar dhe për vidën pa fund moment i inercisë është

$$I_i = \frac{1}{2} m_i R_i^2 = \frac{1}{2} \pi \alpha_i^4 \gamma_i \rho \cdot r^5$$

Energjia kinetike jepet:

$$K_1 = \frac{1}{2} I_1 \omega_1^2 = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \pi \alpha_1^4 \gamma_1 \rho \cdot r^5 \right] \frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{4} \pi \rho v^2 r^3 [\alpha_1^4 \gamma_1]$$

$$K_2 = \frac{1}{2} I_2 \omega_2^2 = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \pi \alpha_2^4 \gamma_2 \rho \cdot r^5 \right] \frac{N^2 v^2}{r^2} = \frac{1}{4} \pi \rho v^2 r^3 [N^2 \alpha_2^4 \gamma_2]$$

Përkundrazi, gjatë funksionimit të mekanizmit, lëvizja e manivelit është lëvizje tejbartëse: të gjitha pikat e saj lëvizin në çdo kohë me të njëjtën shpejtësi  $v_3 = \omega_2 b$ , kështu që energjia totale kinetike e manivelit është thjesht

$$K_3 = \frac{1}{2} m_3 v_3^2 = \frac{1}{2} m_3 (\omega_2 b)^2 = \frac{1}{2} \pi (\alpha_3^2 r^2) (\gamma_3 r) \rho (\omega_2^2 \beta^2 r^2) = \frac{1}{4} \pi \rho v^2 r^3 [2N^2 \beta^2 \alpha_3^2 \gamma_3]$$

Duke përmbledhur

$K_i = \frac{1}{4} \pi \rho v^2 r^3 A_i$  dhe do të jetë e mjaftueshme po të krahasohen termat pa dimensionet  $A_i$ :

$$A_1 = \alpha_1^4 \gamma_1$$

$$A_2 = N^2 \alpha_2^4 \gamma_2$$

$$A_3 = 2N^2 \beta^2 \alpha_3^4 \gamma_3$$

Mbledhja e të dhënave dhe llogaritjeve të vlerësuara në një tabelë

| $i$ | Objekti            | $\alpha_i$ | $\gamma_i$ | $\beta$ | $\omega_i$ | $A_i$       | intervali           |
|-----|--------------------|------------|------------|---------|------------|-------------|---------------------|
| 1   | Rrota e dhëmbëzuar | 3.555      | 0.592      | ---     | $v/r$      | $\sim 95$   | $70 < A_1 < 120$    |
| 2   | Vida pa fund       | 0.689      | 3.089      | ---     | $N v/r$    | $\sim 1060$ | $790 < A_2 < 1330$  |
| 3   | Maniveli           | 0.256      | 2.623      | 2.379   | $N v/r$    | $\sim 2950$ | $2200 < A_3 < 3700$ |

***Nga kjo rrjedh se energjia më e madhe kinetike është ajo e manivelit.***

**SHENIM:** në realitet mund të vërejmë se kontributi i dhëmbëve në inercinë e rrotës së dhëmbëzuar nuk është i papërfillshëm; duke i asimiluar ato në cilindrit, nga të dhënat e vizatimit ato kanë një gjatësi (në pjesën e zgjatur) të barabartë me  $\ell = 0.6165 r$  dhe një rreze  $r' = 0.1343 r$ . Cdm (qendra e rëndesës) e tyre është në distancë  $d = 3.864 r$  nga boshti i rrotullimit. Atëherë:

$$m = \pi r'^2 \ell \rho \approx 1.11 \cdot 10^{-2} \rho r^3$$

$$I = \frac{1}{12} m \ell^2 + m d^2 = (\pi r'^2 \ell \rho) \left( \frac{1}{12} \ell^2 + d^2 \right) \approx 0.1663 \rho r^5$$

se për 39 dhëmbë bën rreth  $6.48 \rho r^5$ , ndërsa për trupin e rrotës është gjetur

$$I = \alpha_1^4 \gamma_1 \rho r^5 \approx 99 \rho r^5$$

Prandaj, grupi i dhëmbëve kontribuon për rreth 6.4% në momentin e inercisë së rrotës së dhëmbëzuar. Siç shihet, momenti i inercisë së dhëmbëve nuk është plotësisht i papërfillshëm në lidhje me atë të diskut, por në çdo rast për ta marrë në konsideratë nuk ndryshon dukshëm marrëdhëniet midis energjive kinetike të përbërësve të ndryshëm që kërkohen. Zgjedhja e thjeshtë e neglizhimit të tij në analizë, pra, duket e justifikuar dhe ka avantazhi i uljes së kompleksitetit të llogaritjes së nevojshme.