

Ispi tni rok: novembarški (12 novembra) 2001

Predmetni nastavnik: Prof. dr. Kat i ca (Stevanovi } Hedri h, akademi k Akademi je nauka vi soki h { kol a i uni verzi t eta Ukraji ne, akademi k Akademi je nel i nearni h nauka - Moskva

Predmetni asi stent: Jul i jana Si monovi } di pl .ma{ . i ng

Napomena: Kopi rawe tekst a re{ ewa zadat aka je dozvoen samo za I i -nu upot rebu st udenat a.. Aut orska prava pri padaju predmet nom nast avni ku i saradni ku.

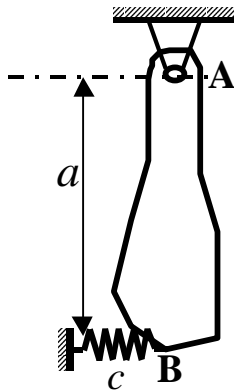
PI SMENI DEO I SPI TA I Z PREDMETA

ELASTODINAMI KA

ELASTODINAMI KA

RE[ENJA

PRVI ZADATAK:



Slika 1

a* Kako je ceo sistem opisan modelom oblika fizi-kog klatna, kod koga se ta-ka ve{anja nalazi u centru masa sistema, a koje je oprugom krutosti c , u ta-ki B, pri-vr{eno za nepokretnu podlogu (asiju), to za generalisanu koordinatu biramo ugao φ , ugao otklona bloka motora - klatna od vertikalnog polo`aja. Izraz za kineti-ku energiju sistema je:

$$E_k = \frac{1}{2} J_A \dot{\varphi}^2 = \frac{1}{2} M i_c^2 \dot{\varphi}^2, \text{ dok je izraza za promenu potencijalne energije:}$$

$$E_p = \frac{1}{2} ca^2 \varphi^2 + \frac{1}{2} Mgh. \text{ Kako je ta-ka ve{anja klatna u centru masa to je}$$

$$h = 0, \text{ pa se izraz za promenu potencijalne energije svodi na: } E_p = \frac{1}{2} ca^2 \varphi^2.$$

Posle uno{enja izraza za kineti-ku i potencijalnu energiju u Lagrange-ove diferencijalne jedna-ine druge vrste za generalisanu koordinatu φ dobijamo slede}u jedna-inu:

$$J_A \ddot{\varphi} + (ca^2 + Mgh)\varphi = 0 \text{ pdnosno } \ddot{\varphi} + \frac{(ca^2 + Mgh)}{J_A} \varphi = 0 \text{ odakle sledi da je: } \ddot{\varphi} + \omega_M^2 \varphi = 0 \text{ te je kvadrat}$$

$$\text{sopstvene kru`ne frekvencije malih oscilacija bloka motora } \omega_M^2 = \frac{(ca^2 + Mgh)}{J_A} = \frac{ca^2}{M i_c^2} + \frac{gh}{i_c^2}.$$

Kako je, u poslatranom slu-aju izvodjenja konstrukcije vozila, ta-ka ve{anja bloka motora u centru masa, to je $h = 0$, pa se izraz za kvadrat sopstvene kru`ne frekvencije malih oscilacija bloka motora svodi na

$$\text{slede}ji \text{ izraz: } \omega_M^2 = \frac{ca^2}{i_c^2 M}.$$

Kako je elasti-no oslanjanje bloka motora izvedeno pomo}u lisnate, fleksione opruge - lake konzole to je ekvivalentna krutost c te opruge u odnosu na njeno pomeranje na "slobodnom kraju":

$$c = \frac{1}{\alpha_{11}} = \frac{3B}{l^3} = \frac{\omega_M^2 i_c^2 M}{a^2}, \text{ gde je } \alpha_{11} \text{ uticajni koeficijent pometanja slobodnog kraja konzole, } B = EI_x, \text{ njena}$$

$$\text{savojna krutost. Sada je: } \omega_M^2 = \frac{3Ba^2}{i_c^2 M l^3}. \text{ Sa druge strane kako je zadatkom (konstrukcijom) zadato pri}$$

visokom prenosu motora $k = 3$ ugaona brzina to-kova je $\omega_t = \frac{2v}{D}$, dok je broj obrtaja to-kova $n_t = \frac{v}{\pi D}$.

Pošto kod visokog prenosa motor napravi tri ciklusa $k = 3$ za vreme jednog obrtaja str` njih to-kova to je:

$$n_m = kn_T = k \frac{v}{\pi D} \quad \text{odnosno za zadate podatke} \quad n_m = 3n_t = 3 \frac{v}{\pi D} .$$

Za vreme svakog ciklusa obrtaja motora izvrše se dva paljenja $k_p = 2$ pa je broj ukupnih paljenja za odgovaraju}i broj obrtaja zajedni-kog vratila motora $n_p = k_p n_m = 2n_m$, zato je kru`na frekvencija sopstvenih oscilacija bloka motora na kojoj dolazi do rezonancije pri odre|enoj brzini kretanja vozila:

$$\omega_m = 2\pi n_p = 2\pi k_p k \frac{v}{\pi D} = 4n_m = \frac{12v}{D} , \text{ kao je to ustvari ista kru`na frekvencija kao i frekvencija modela u}$$

vidu klatna sledi: $\omega_m^2 = \frac{3Ba^2}{i_c^2 M l^3} = \left(2k_p k \frac{v}{D} \right)^2 = \frac{144v^2}{D^2}$, odakle se dobija tra`ena vrednost savojne krutosti opruge - konzole:

$$B = \frac{i_c^2 M l^3 \omega_m^2}{3a^2} = \frac{i_c^2 M l^3 \omega_M^2}{3a^2} = \frac{4i_c^2 M l^3 k_p^2 k^2 v^2}{3a^2 D^2}$$

Za zadate numeričke vrednosti parametara oscilatornog sistema, posle dimenzionih usagla{avanja za savojnu krutost konzolne opruge dobijamo:

$$B = \frac{4i_c^2 M l^3 k_p^2 k^2 v^2}{3a^2 D^2} = \frac{48i_c^2 M l^3 v^2}{a^2 D^2} = 4,075 [Nm^2] .$$

Ako bi smo tra`ili ekvivalentnu krutost opruge onda je izraz za njeno odre|ivanje:

$$c = \frac{\ell^3}{3B} = \frac{a^2 D^2}{4i_c^2 M k_p^2 k^2 v^2} . \text{ Za konkretne vrednosti zadate zadatkom je: } c = 122,3704 \left[\frac{N}{cm} \right] .$$

b* Ako jedan od cilindara u bloku ne radi onda je potrebno pretpostaviti koji od cilindara ne radi, i na osnovu toga utvrditi periodičnost paljenja, koja }e poslu`iti za određivanje frekvencije prinudnog poreme}aja sopstvenog kretanja bloka motora i na osnovu te rezonantne vrednosti odrediti brzinu kretanja vozila. Naprimer: ako jedano od }etiri cilindra pali svaki drugi put to izaziva drugoja-iju periodičnost paljenja od one koja je kada svi cilindri rade ispravno. Ako jedan cilindar i jednom ciklusu "upali", a u drugom presko-i. kao je ovaj proces }etiri puta spor u odnosu na onaj iz prethodnao }-lana kada blok ispravno radi, to dolazi do rezonancije kod vrzine kretanja automobila }etiri puta ve}oj. tada je: $v_1 = 4v = 6,268 \left[\frac{m}{sec} \right] = 22,56 \left[\frac{km}{h} \right] .$

[emom su prikazane mogu}nosti otkaza cilindara i razli-iti slu-ajevi nastupanja rezonancije pri delimi-nom otkazu drugog cilindra i pri njegovom potpunom otkazu:

I) Cilindri	II) cilindri	III) cilindri	
1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
* * *	* * *	* * *	
* * *	* * *	* * *	
* * *	* * *	* * *	
			prvi ciklus
			drugi ciklus
			tre}i ciklus
			}etvrti ciklus
$n_p = 2n_M$	$n_p = 4n_M$	$n_p = 3 \frac{n_M}{2}$	

Na osnovu prethodne analize otkaza jednog od cilindara bloka motora sa }etiri cilindra, lako je na osnovu prethodnih izraza iz ta-ke pod a* odrediti brzinu kretanja automobila pri kojoj nastupa rezonancija.

