

Tallinna Tehnikaülikool

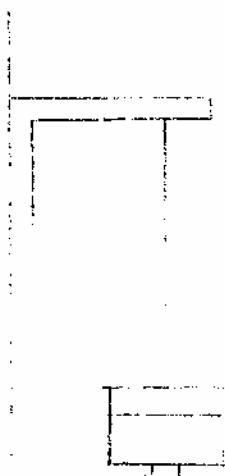
Füüsikainstituut

Üliõpilane:	Teostatud:
Õpperühm:	Kaitstud:
Töö nr. 12 ⁰	OT allkiri:

NIHKEMODUL

Töö eesmärk: Traadi nihkemoodeli määramine keeravõnkumisest	Töövahendid: Keerdepade lisaraskusuge, nihik, kravik, ajamõõtja, tehnilised kaalud
---	--

Skeem



1. TÖÖLESANNE

Traadet nikkemooduli määramiseks keedvõnkumisest.

2. TÖÖVÄHENDID

Keendused liharakkega, ühik, kruvile, ajamööga sehitatakse laadud.

3. TÖÖ TEOREETILISED ALUSED

Ogus rihmades tõttakuna paelnile piisale kilega paralleelne ja igale piinallendeendile ühlanet moodustavad F . Seda pinnalihikute näivust joondu $\tau = \frac{F}{S}$ nim. tangentsiaalpingeks. Nikkedeformatsiooni iseloomustatakse sümmeetrilisega riiki $\sigma = \frac{a}{b} = \text{tand}$, kus a on abs. rihe, b - tõttakuna hõrgus. Hooke'i näiduse põhjal on darbail deformatsioonil rikkoline rihe vordeline deformatsioonit põhjustava piinguga: $\sigma = \frac{1}{G} \tau$ eba $\text{tand} = \frac{1}{G} \frac{F}{S}$. Materjalist deavat seostus G on igale ainsule iseloomulik konstant, mida nim. nikkemooduliks.

$$G = \frac{F}{S \cdot \text{tand}}$$

Ogus piigule töökatakud elutse turaid (mardi) kilega jäigalt hinna tõttakuna lääts kihia rihe, et tema osaga klg langeb kokku traadi pikkus. Kui selleks kihia mida valja taastada vaheldult tema pööranusega tavaliselt kihia, siis ei saat deformeerida.

Tuna kihia pöörab siis mõlt tema kohla rihmades pöördlikumine alinormita pöhisadust $M = J \frac{dw}{dt}$, kus M on jõunmoment antud selje mukul, J - kihia inertsimoment sama selje suhtes, $\frac{dw}{dt}$ - kihia pööratundus.

3.2 Arvutusvalemite tulekonne sistele zadomele

Sisdegi inertsionendi meetriselises lisataks juurde pebas,

Mille inertsimoment I avatatahn valgusega:

$I = \frac{1}{2}m(r_1^2 + r_2^2)$, kus m on kella mass, r_1 - kella välismõõdu raadius, r_2 - kella ava raadius. Sistemi inertsimoment kella lixmine arvatakse nuga $I_2 = I_1 + \frac{1}{2}m(r_1^2 + r_2^2)$ kus I_1 on nende ühe inertsimoment lihatellalt.

Valonekuks $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{I_1}{I_2}$ ja $I_2 = I_1 + \frac{1}{2}m(r_1^2 + r_2^2)$ järgneb

$$I_1 = \frac{m T_2^2 (r_2^2 + r_1^2)}{\alpha(T_2^2 - T_1^2)}$$
.

Asetlades arvadud arvadix valguseisse $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{T_1}{f}}$ saabada

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{T_1}{f}} = 2\pi T_1 \sqrt{\frac{m(r_1^2 + r_2^2)}{2(T_2^2 - T_1^2)f}}$$

$$f = \frac{2\pi^2 m(r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)}$$

Nihkumoodul arvatahn arvemist: $G = \frac{2fL}{\pi r^4} =$

$$= \frac{4\pi L m(r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)}$$

4. TOÖ KÄIK.

1) Määra kaader raadius r . Selleks mõõtke kaadi läbiühendatud ja mõõtuga kolmut pikkust (igast kolmut keskus nistihiis). Kaadi pikkus L on arvud täpsustatud. Teelmineks haudake kaaderisse.

4.2. Töötamisel teise seadmega

2) Määra kaader mündiõhkupiirkonna periood T_1 , jumadeja poolt antud n täisvõrke aja haudu, mis kaasi pingutab arvutat põhikultas (soovitav vähem kütte). Teelmineks haudake laekelinn

3) Hööksi lisatell ja tema ava läbiühendad D_1 ja D_2 ning mass m .

4) Asetage lisatell põhikultale ja määra kaader periood T_2

5) Arvutage nihkumoodul ja tema uiga

TRAADI LÄBIHOÖT $L = 1,25 \pm 0,0003$ m

KATSE NR.	d , mm	$d - \bar{d}$, mm	$(d - \bar{d})^2$ mm ²
1	1,22	+0,05	0,0025
2	1,00	-0,17	0,0289
3	1,20	0,03	0,0009
4	1,19	0,02	0,0004
5	1,20	0,03	0,0009
6	1,20	0,03	0,0009

$$\bar{d} = 1,17 \quad 0,0345$$

$$d = 1,17 \pm 0,09 \text{ mm}$$

KATSE NR.	PÖHIKETAS			PÖHIKETAS + LISAKETAS		
	n	t_1 , s	T_1 , s	n	t_2 , s	T_2 , s
1.	20	37,52	1,876	20	63,11	3,1555
2.	20	35,50	1,775	20	65,91	3,2955
3.	20	38,33	1,9165	20	61,66	3,083
4.	20	36,24	1,842	20	62,47	3,1235
5	20	38,36	1,918	20	62,42	3,121
		$\bar{t}_1 = 37,19$	$\bar{T}_1 = 1,8595$		$\bar{t}_2 = 63,114$	$\bar{T}_2 = 3,1557$
		$\Delta t_1 = 0,97$	$\Delta T_1 = 0,0485$		$\Delta t_2 = 2,1$	$\Delta T_2 = 0,105$

Diskutasi: $m = 613 \text{ g}$
 $\Delta m = \frac{2 \cdot 0,5}{3} = 0,3$
 $m = 613 \pm 0,3 \text{ g}$

$$D_1 = 15,0 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$D_2 = 4,7 \text{ mm} = 0,0047 \text{ m}$$

$$\bar{t}_1 = 37,19 \text{ s}$$

$$\Delta t_{1,\text{juh}} = 2,8 \sqrt{\frac{\sum (t_i - \bar{t}_1)^2}{n(n-1)}} = 2,8 \sqrt{\frac{6,536}{20}} = 0,915$$

$$\Delta t_{1,\text{sos}} = 2,0 \frac{0,5}{3} = 0,33$$

$$\Delta t_1 = \sqrt{0,915^2 + 0,33^2} = 0,97$$

$$t_1 = 37,19 \pm 0,97 \text{ s}$$

$$\bar{t}_2 = 63,11 \text{ s}$$

$$\Delta t_{2,\text{juh}} = 2,8 \sqrt{\frac{10,828}{20}} = 2,06$$

$$\Delta t_{2,\text{sos}} = 0,33$$

$$\Delta t_2 = \sqrt{2,06^2 + 0,33^2} = 2,1$$

$$t_2 = 63,11 \pm 2,1 \text{ s}$$

$$\Delta T_1 = \sqrt{\left(\frac{\partial T_1}{\partial t_1} \Delta t_1\right)^2} \quad T_1 = \frac{t_1}{n}$$

$$\Delta T_1 = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \Delta t_1\right)^2} \quad \Delta T_1 = \frac{1}{20} \cdot 1 = 0,05$$

$$\Delta T_2 = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \Delta t_2\right)^2} \quad \Delta T_2 = \frac{1}{20} \cdot 2,1 = 0,105$$

$$T_1 = 1,86 \pm 0,05 \text{ s}$$

$$T_2 = 3,16 \pm 0,105 \text{ s}$$

Traadi läikmed ja raadius

$$1) r = \frac{d}{2}$$

$$r_1 = \frac{1,22}{2} = 0,61$$

$$2) r_2 = \frac{1,0}{2} = 0,5$$

$$3) r_3 = \frac{1,20}{2} = 0,61$$

$$4) r_4 = \frac{1,19}{2} = 0,595$$

$$5) r_5 = \frac{1,20}{2} = 0,6$$

$$6) r_6 = \frac{1,20}{2} = 0,6$$

$$\bar{r} = 0,5825 \text{ mm}$$

$$\Delta r = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \Delta d\right)^2} = 0,045$$

$$r = 0,58 \pm 0,05 \text{ mm}$$

Nihkemoodul: $G = \frac{4\pi LM(r_1^2 + r_2^2)}{r^4(T_2^2 - T_1^2)}$

$$L = 1,25 \text{ m} \quad M = 0,613 \quad r = 0,58 \text{ (traadi raadius)} = 0,00058 \text{ m}$$

$$r_1 = \frac{0,613}{2} - 0,0047 = 0,0703 \text{ m (kõige väiksema raadius)}$$

$$r_2 = \frac{0,0047}{2} = 0,00235 \text{ m (kõige suur raadius)}$$

$$G_1 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,25 \sqrt{0,0703^2 + 0,00235^2}}{(0,00058)^4 (3,1555^2 - 1,876^2)} = 6,5 \cdot 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$G_2 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,25 \sqrt{0,0703^2 - 0,00235^2}}{(0,00058)^4 (3,2955^2 - 1,775^2)} = 5,5 \cdot 10^{10}$$

$$G_3 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,25 \sqrt{0,0703^2 - 0,00235^2}}{(0,00058)^4 (3,083^2 - 1,9165^2)} = 7,2 \cdot 10^{10}$$

$$G_4 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,25 \cdot 0,613 (0,0703^2 - 0,00235^2)}{(0,00058)^2 (3,1235^2 - 1,812^2)} = 6,5 \cdot 10^{10}$$

$$G_5 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,25 \cdot 0,613 (0,0703^2 - 0,00235^2)}{(0,00058)^2 (3,1235^2 - 1,812^2)} = 6,9 \cdot 10^{10}$$

Jadaid liikimäöt:

$$1) \Delta d_j = 2,6 \cdot \sqrt{0,0025 / 30} = 0,0232$$

$$\Delta d_s = 2,0 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{3} = 0,0013$$

$$\Delta d = \sqrt{(0,0013)^2 + (0,0232)^2} = 0,02$$

$$2) \Delta d_j = 2,6 \cdot \sqrt{\frac{0,0289}{30}} = 0,08076$$

$$\Delta d_s = 0,0013$$

Fraasid liikimäöt

$$\Delta d_j = 2,6 \cdot \sqrt{\frac{0,0345}{30}} = 0,088$$

$$\Delta d_s = 2,0 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{3} = 0,0013$$

$$\Delta d = \sqrt{0,0013^2 + 0,088^2} = 0,088$$

$$d = 1,17 \pm 0,09 \text{ mm}$$

$$G = \frac{4\pi L M (r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)}$$

$$\frac{\partial G}{\partial r_1} = \frac{8\pi L M r_1}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \cdot \Delta r_1$$

$$\frac{\partial G}{\partial r} = \frac{-4(4\pi L M r_1^2 + 4\pi L M r_2^2)}{r^5 (T_2^2 - T_1^2)} =$$

$$\frac{\partial G}{\partial r_2} = \frac{8\pi L M r_2}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \cdot \Delta r_2$$

$$= \frac{-16\pi M L (r_1^2 + r_2^2)}{r^5 (T_2^2 - T_1^2)}$$

$$\frac{\partial G}{\partial T_1} = - \frac{4\pi L M (r_1^2 + r_2^2) (-2r^4 T_1)}{(T_2^2 r^4 - T_1^2 r^4)^2} \cdot \Delta T_1$$

$$\frac{\partial G}{\partial T_2} = - \frac{4\pi L M (r_1^2 + r_2^2) (2r^4 T_2)}{(T_2^2 r^4 - T_1^2 r^4)^2} \cdot \Delta T_2$$

$$\frac{\partial G}{\partial M} = \frac{4\pi L (r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \cdot \Delta M$$

$$\frac{\partial G}{\partial L} = \frac{4\pi M (r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \cdot \Delta L$$

$$\Delta G = \sqrt{\left(\frac{8\pi M L r_1}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \Delta r_1 \right)^2 + \left(\frac{8\pi L M r_2}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \Delta r_2 \right)^2 + \left(\frac{-16\pi M L (r_1^2 + r_2^2)}{r^5 (T_2^2 - T_1^2)} \Delta r \right)^2 + \left(\frac{-4\pi L M (r_1^2 + r_2^2) (2r^4 T_2)}{(T_2^2 r^4 - T_1^2 r^4)^2} \Delta T_2 \right)^2 + \left(\frac{-4\pi M L (r_1^2 + r_2^2) (-2r^4 T_1)}{(T_2^2 r^4 - T_1^2 r^4)^2} \Delta T_1 \right)^2 + \left(\frac{4\pi L (r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \Delta M \right)^2 + \left(\frac{4\pi M (r_1^2 + r_2^2)}{r^4 (T_2^2 - T_1^2)} \Delta L \right)^2}$$

$$\Delta G = \sqrt{3,0214 \cdot 10^{18} + 3,376 \cdot 10^{16} + 1,7473 \cdot 10^{20} + 4,2984 \cdot 10^{19} + 3,18 \cdot 10^{11} + 9,957 \cdot 10^{18} + 2,995 \cdot 10^{14}} = \sqrt{5,9629 \cdot 10^{10}} = 2, \cdot 10^{10}$$

$$\bar{G} = 6,52 \cdot 10^{10}$$

$$G = 6,52 \cdot 10^{10} \pm 2,4 \cdot 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

järelolus: Leideni traadi rikkemooduli mõõt-
võimalustel. See langeb enam-vähem hõltsu (sama
muusjätku) stereotilise terav rikkemooduliga
 $G = (0,8 \div 0,9) \cdot 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$