5.8.B. MEDŽIAGŲ TAMPRUMO SAVYBIŲ TYRIMAS

Darbo tikslas

Nustatyti įvairių medžiagų tampros modulius.

Darbo užduotys

- Iš lenkimo deformacijos nustatyti pasirinktų metalo plokštelių tampros modulius.
- Ištirti pasirinktų bandinių įlinkio priklausomybę nuo deformacijos jėgos.

Teorinės temos

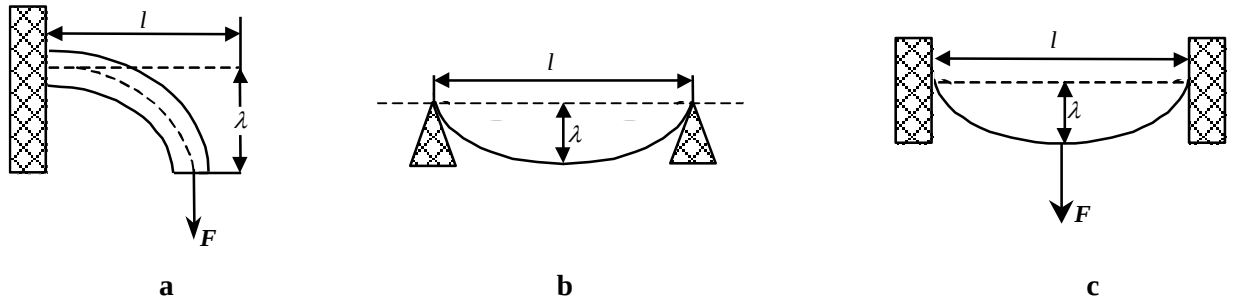
- Kietųjų kūnų tamprumo savybės. Vidinis įtempis.
- Deformacijų rūšys.
- Huko dėsnis. Tampros (Jungo) modulis.
- Tamprumo atominė ir molekulinė prigimtis.
- Mechaninės kietųjų medžiagų savybės

Darbo priemonės ir prietaisai

Prietaisas tampros moduliui nustatyti, rodyklinis mikrometras (10/0,01 mm), liniuotė, slankmatis arba mikrometras, tiriami bandiniai – įvairių metalų plokštelės.

Darbo metodika

Tampros modulis šiame darbe nustatomas iš lenkimo deformacijos. Kūną lenkiant galima sukelti jo deformaciją. Pavyzdžiui, keturkampio strypo vieną galą įtvirtinus, o antrąjį lenkiant tam tikra jėga *F*



5.8.B.1 pav. Lenkimo deformacija

(5.8.B.1 pav., a), strypas išsilenkia. Išorinė išlenkta strypo dalis – tempiama, o įlenkta vidun – slegiama (gniuždoma). Dvi strypo dalis skiria deformacijos nepaliestas neutralusis sluoksnis. Išlenkto strypo vidinės tamprumo jėgos stengiasi grąžinti strypą į pradinę padėtį, t. y. jos priešinasi deformuojančios jėgos poveikiui. Labiausiai priešinasi daugiausia deformuotų sluoksnių vidinės tamprumo jėgos. Neutralusis sluoksnis yra visai nedeformuotas, todėl jis visai nesipriešina deformuojančių jėgų poveikiui, t. y. jis neturi įtakos medžiagos atsparumui. Dėl to technikoje įvairios konstrukcijos, kurias veikia lenkimo deformacijos, dažnai daromos tuščiavidurės, vamzdžių

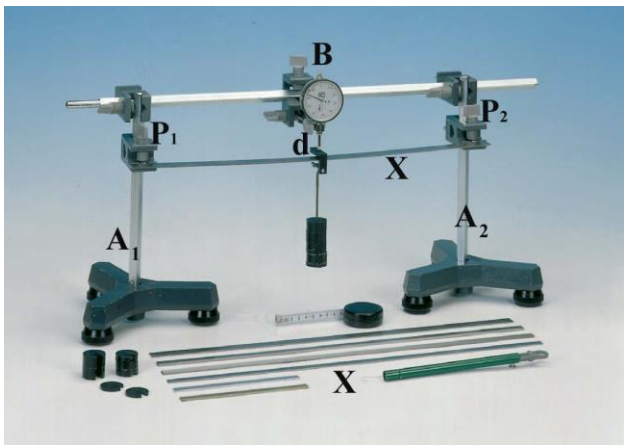
pavidalo. Taip sutaupoma daug metalo, detalės esti lengvos, nors atsparumas lenkimui pasikeičia nedaug.

Strypo įlinkis λ (jo laisvojo galo arba vidutinio taško poslinkis) yra tiesiog proporcingas lenkimo deformacijos jėgai F, strypo ilgiui l, atvirkščiai proporcingas jo pločiui b (matuojamas statmena deformacijos jėgai kryptimi) ir storiui a (matuojamas lygiagrečia deformacijos jėgai kryptimi):

$$\lambda = k\frac{Fl^3}{Eba^3}, \qquad (5.8.B.1)$$

čia k – skaitinis koeficientas, kurio reikšmė priklauso nuo strypo įtvirtinimo būdo. 5.8.B.1 pav., a atveju $k = 4$. Kai abu strypų galai laisvai padėti ant atramų ir pats strypas lenkiamas per vidurį, $k = ¼$ (5.8.B.1 pav., b), o kai abu strypo galai įtvirtinti, $k = 1/16$ (5.8.B.1 pav., c). Išmatavus strypo įlinkį, galima rasti tos medžiagos tampros modulį.

Prietaisas tampros moduliui nustatyti (5.8.B.2 pav.) sudarytas iš dviejų stovų, specialių strypų ir laikiklių, kur dedamas tiriamas bandinys. Prie stovų **A₁** ir **A₂** pritvirtintos trikampės prizmės **P₁** ir **P₂**, ant kurių dedamas vienas tiriamų bandinių. Ant bandinio užmaunama movelė **d**, ant jos kabinamas laikiklis su svareliais. Movelė pastatoma bandinio viduryje tarp trikampių prizmių. Virš bandinio yra įtvirtintas strypas, prie kurio pritvirtintas rodyklinis mikrometras (**B**).



5.8.B.2 pav. Prietaiso tampros moduliui nustatyti stendas: A – vertikalūs stovai, P – prizmės, d – movelė su laikikliu ir svareliais, X – tiriami bandiniai, B – mikrometras

Darbo eiga

1. Liniuote išmatuojamas tiriamo bandinio ilgis l (jo ilgis suprantamas kaip jo atstumas tarp atramų **P₁** ir **P₂**), o slankmačiu arba mikrometru – plotis b ir storis a. Kiekvieno dydžio matavimai atliekami bent tris kartus įvairiose bandinio vietose ir suskaičiuojamos jų vidutinės vertės.
2. Matavimų rezultatai surašomi į lentelę (1 lentelė).

1 lentelė

Bandinio Nr. ir pavadinimas	a_i (m)	a_{vid} (m)	b_i (m)	b_{vid} (m)	l_i (m)	l_{vid} (m)

3. Bandinys padedamas ant atramų P_1 ir P_2 (5.8.B.2 pav.), ant bandinio vidurio pakabinama movelė, ant movelės užkabinamas laikiklis be svarelių. Prie movelės vidurio priartinamas rodyklinis mikrometras taip, kad jis rodytų ~ 3–4 mm įlinkį. Tai bus pradinė mikrometro vertė n_0.
4. Ant movelės labai atsargiai kabinamas laikiklis su m masės svareliu, užfiksuojamas mikrometro rodmuo n; nustatomas įlinkis $\lambda = n - n_0$.

5. Masių laikiklis nuimamas ir uždedamas kitos masės m svarelis. Laikiklis su svareliais atsargiai užkabinamas ant movelės. Darbo eigos 4 punktas pakartojamas imant 5–6 masių m svarelius.
6. Uždėjus kiekvieną svarelį randama deformacijos jėga $F = mg$ (čia – g laisvojo kritimo pagreitis) ir apskaičiuojamas santykis F/λ. Randama šio santykio vidutinė vertė.
7. Apskaičiuojamas tiriamo bandinio tampros modulis (iš 5.8.B.1 formulės išreiškiamas E ir vietoj koeficiento k įrašoma ¼, nes abu bandinio galai laisvai padėti ant atramų):

$$E = \frac{Fl^3}{4\lambda ba^3}. \qquad (5.8.B.2)$$

8. Visi matavimai ir skaičiavimai pakartojami kitiems bandiniams.
9. Matavimų ir skaičiavimų rezultatai surašomi į lentelę (2 lentelė).

2 lentelė

Pavyzdžio Nr. ir pavadinimas	m (kg)	F (N)	λ (m)	F/λ (N/m)	$(F/\lambda)_{vid.}$ (N/m)	E (Pa)

10. Kiekvienam bandiniui nubraižomas priklausomybės $\lambda = \lambda\ (F)$ grafikas.

Pastaba. Rezultatai palyginami su tampros modulio vertėmis, pateiktomis 3-ioje lentelėje.

3 lentelė. Įvairių medžiagų tampros modulių vertės.

Medžiaga	**Matmenys (mm)**	**Tampros modulis E (N/m^2 (Pa))**
Kaulinis audinys		$1\ 10^{10}$
Mediena (ąžuolas)		$(9{,}1 \div 11{,}8)\ 10^{10}$
Plienas	$10 \times 1{,}5$	$2{,}059\ 10^{11}$
Plienas	10×2	$2{,}06310^{11}$
Plienas	10×3	$2{,}171\ 10^{11}$
Plienas	$15 \times 1{,}5$	$2{,}204\ 10^{11}$
Plienas	$20 \times 1{,}5$	$2{,}111\ 10^{11}$
Aliuminis	10×2	$6{,}702\ 10^{10}$
Žalvaris	10×2	$9{,}222\ 10^{10}$

Literatūra

1. J. Butrimaitė, A. Dementjev, G. Dikčius, R. Gadonas, J. Jasevičiūtė, V. Karenauskaitė, V. Sirutkaitis, V. Smilgevičius. Fizika biomedicinos ir fizinių mokslų studentams, 1 dalis, vadovėlis, Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2003, 212 p. ISBN 9986-19-595-9. El. vadovėlis: ISBN 978-9955-33-538-2.