

EAIiB Informatyka	Aleksander Lisiecki Natalia Materek	Rok II	Grupa 2	Zespół 6
Pracownia FIZYCZNA WFIS AGH	Temat: <i>Fale podłużne w ciałach stałych</i>			Nr ćwiczenia: 29
Data wykonania: 04.01.2017	Data oddania: 11.01.2017	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:
				OCENA:

Ćwiczenie nr 29: Fale podłużne w ciałach stałych

1 Cel ćwiczenia

Wyznaczenie modułu Younga dla różnych materiałów na podstawie pomiaru prędkości rozchodzenia się fali dźwiękowej w pręcie.

2 Wstęp teoretyczny

Fala podłużna to fala, w której drgania odbywają się w kierunku zgodnym z kierunkiem jej rozchodzenia się. Opisuje ją równanie:

$$y = A \cos(\omega t \pm kx) \quad (1)$$

gdzie

A amplituda drgań [m]

ω prędkość kątowna [$\frac{1}{s}$]

t czas [s]

k współczynnik sprężystości [jednostka]

2.1 Prawa Hooke'a

Prawo: odkształcenie jest wprost proporcjonalne do wywołującej je siły.

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES} \quad (2)$$

gdzie

Δl zmiana długości pręta [m]

F siła odkształcająca [N]

l długość pręta [m]

S pole przekroju pręta [m^2]

E moduł Younga [$\frac{N}{m^2}$]

2.2 Moduł Younga

Wychodząc od ogólnego wzoru na prawo Hooke'a:

$$\sigma = \varepsilon E \quad (3)$$

gdzie

σ naprężenie $\left[\frac{N}{m^2}\right]$

ε odkształcenie względne [bezwymiarowe]

$$\varepsilon = \frac{\delta \Psi}{\delta x} \quad (4)$$

Otrzymujemy wzór na prędkość rozchodzenia się fali w pręcie:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (5)$$

gdzie

v prędkość rozchodzenia się fali w pręcie $\left[\frac{m}{s}\right]$

E moduł Younga $\left[\frac{N}{m^2}\right]$

ρ gęstość substancji z której został wykonany pręt $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

czyli

$$E = v^2 \rho \quad (6)$$

2.3 Długość fali

W pręcie powstaje fala stojąca, odległość między węzłami fali stojące wynosi $l = \frac{1}{2}\lambda$. Zależność między n - tą długością fali a długością pręta L wyraża wzór:

$$\lambda_n = \frac{2}{n}L \quad (7)$$

gdzie

λ_n długość n -tej fali $[m]$

L długość pręta $[m]$

Mając długość fali i jej częstotliwość dla n -tej składowej harmoniczej można policzyć prędkość fali v_n

$$v_n = \lambda_n \cdot f_n \quad (8)$$

gdzie

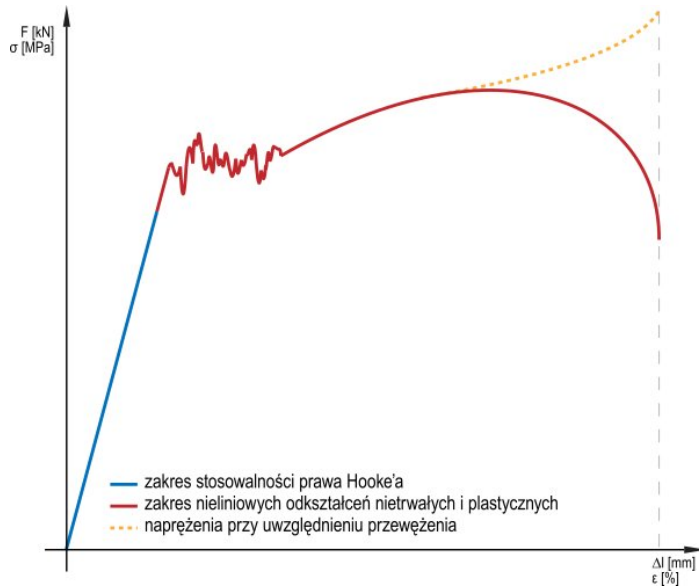
n n - ta składowa harmoniczna

v_n prędkość fali $\left[\frac{m}{s}\right]$

f_n częstotliwość dla n -tej składowej $[Hz]$

Pozostawiając do wzoru 6 ostatecznie otrzymujemy:

$$E = 4\rho f^2 l^2$$



3 Układ pomiarowy

- Komputer stacjonarny z oprogramowaniem Zelscope i mikrofonem
- Zestaw pięciu prętów, o różnych kształtach (stalowe, aluminiowy, miedziany i mosiężny)
- Suwmiarka, miarka w rolce, waga elektroniczna, młotek

4 Wykonanie ćwiczenia

1. Ustawienie mikrofonu przy przecię.
2. Uderzenie młotkiem w pręt i wciśnięcie stop w programie aby zaobserwować obraz powstały na oscyloskopie.
3. Zapisanie częstotliwości dla sześciu składowych harmonicznnych w tabeli na podstawie obrazu powstałego w programie.
4. Wylczenie n długości fali na podstawie wzoru 7, następnie n prędkości fali na podstawie wzoru 8.
5. Wylczenie wartości prędkości średniej

$$v_{\text{sr}} = \frac{\sum_{i=1}^n v_n}{n}$$

6. Wylczenie modułu Younga na podstawie wzoru 6

5 Opracowanie wyników pomiarów

PRĘT 1 (MIEDŹ)			
Długość l [m]	1.811	Masa próbki m [kg]	0.066
Długość próbki [m]	0.375	Promień próbki [m]	0.0025
		Gęstość ro $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	8963.61
NR HARMONICZNEJ	CZĘSTOTLIWOŚĆ f [Hz]	DŁUGOŚĆ FALI λ [m]	PRĘDKOŚĆ FALI v $\left[\frac{m}{s}\right]$
1	1024.40	3.622	3721.24
2	2054.79	1.811	3721.22
3	3068.49	1.207	3703.67
4	4123.29	0.907	3737.76
5	5150.68	0.724	3731.15
6	6178.08	0.604	3729.71
		ŚREDNIA PRĘDKOŚĆ v $\left[\frac{m}{s}\right]$	3724.13
		MODUŁ YOUNGA [GPa]	...

PRĘT 2 (STAL)			
Długość l [m]	1.802	Masa próbki m [kg]	0.031
Długość próbki [m]	0.020	Szerokość próbki [m]	0.014
Wysokość próbki [m]	0.012	Gęstość ro $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	7635.47
NR HARMONICZNEJ	CZĘSTOTLIWOŚĆ f [Hz]	DŁUGOŚĆ FALI λ [m]	PRĘDKOŚĆ FALI v $\left[\frac{m}{s}\right]$
1	1024.40	3.622	3721.24
2	2054.79	1.811	3721.22
3	3068.49	1.207	3703.67
4	4123.29	0.907	3737.76
5	5150.68	0.724	3731.15
6	6178.08	0.604	3729.71
		ŚREDNIA PRĘDKOŚĆ v $\left[\frac{m}{s}\right]$	3724.13
		MODUŁ YOUNGA [GPa]	...

6 Wnioski

-
-
-