

Uporaba Ultrazvoka

Nedestruktivne metode opazovanja (ang. Nondestructive testing) notranjosti človeškega telesa in drugih objektov, sloni na pojavih absorpcije, sipanja in odboja valovanja v notranjosti telesa. Uporabljamo različna valovanja - važna je valovna dolžina, ki nam določa ločljivost metode, in pa katera absorpcija ali sipanje. Poleg tega potrebujemo primarne izvor in detektorje valovanja.

Ultrazvočne metode so že dolgo uporabljajo tako v medicini kot industriji. Nizke jakosti ultrazvoka niso škodljive človeškemu telesu. Ultrazvok s frekvenco nekaj MHz ima v večini snovi valovno dolžino okoli mm, kar zadostuje za opazovanje človeškega telesa in mnogih izdelkov v proizvodnji (npr. železni bloki v železarni).

Merjenje jakosti odbojev ultrazvoka v različnih globinah merjenja je najbolj pogost način merjenja. V tem primeru merimo čas, ki ga valovanje porabi od izvora do nehomogenosti, ki valovanje delno odbije nazaj do detektorja. Morda čas nam omogoča siceršnji način delovanja ultrazvočnega izvora (deluje analogno radarski). Izvor (piezoelektrični kristal) odda kratek močan impulz valovanja, ki je dol le nekaj valovnih dolžin, nato pa merimo jakost odbitega signala v odvisnosti od časa. Detektor je običajno kar isti piezoelektrik, ki služi kot izvor. Na ta način dobimo 1D presek merjenja. Večje število izvorov in detektorjev ultrazvoka v eni dimenziji (npr. 256 za krenutke v ginekologiji) omogoča opazovanje 2D presekov skozi telo. Izbojstave so usmerjene v merjenje Dopplerjevega premika odbojev, ki nekaj pove o gibanju telesa;

merjenje višjih harmonskih frekvenc v obitem valovanju, kar pokaže drugačno podrobnost in se druge metode. Z meritvami hitrosti ultrazvoka v snovi lahko določimo tudi mnoge lastnosti snovi, ki so povezane z njeno krutostjo. V homogenih snoveh lahko npr. določimo modul elastičnosti E , modulu strižni modul G in Poissonovo število μ .

V tanki palici ($l \gg$ premer palice) se širi longitudinalno valovanje s hitrostjo:

$$c_{\text{longitarka}}^2 = \frac{E}{\rho}$$

Hitrost longitudinalnega valovanja v razsečnem sredstvu je dana s formulo:

$$c_{\text{longy}}^2 = \frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}$$

Hitrost transverzalnega valovanja v razsečnem sredstvu lahko izrazimo s strižnim modlom ali pa z E in μ :

$$c_{\text{trans}}^2 = \frac{G}{\rho} = \frac{E}{2\rho(1+\mu)}$$

Hitrost transverzalnega valovanja v tanki palici je complicirana in se z njo ne bomo ukvarjali.

Potrebščine

- Ultrazvočni defektoskop kot izvor in detektor valovanja
- digitalni osciloskop
- Ultrazvočna sonda za longitudinalno valovanje z resonančno frekvenco 4 MHz in transverzalnemu valovanju z resonančno frekvenco 5 MHz

- Posode z vodo s sondo za long. val. in z nastarjivo odnema poročilo, Atenuator Signal
- Standardni miniaturni in kalibracijski bloki normalne velikosti nepravilnih oblik z rezi in izvrtinami
- valj iz jekla, aluminija in drugih materialov
- Puste za zaplnitev reze med sondami in mejanci
- Stojalo za montažo sonde in mejancev
- kablji

Naloga:

1. Opazuj odboj longitudinalnega val. na različnih ploskah pikoženega mejanca nepravilnih oblik. Kalibriraj skalo na zaslono osciloskopa v mm proti valovanju v jeklu
2. Poišči odboj na izvrtini premera 1mm in določi njen položaj glede na zunanjo plosko mejanca. Oцени globinsko ostrino merite
3. Ddoci hitrost longitudinalnega in transverzalnega valovanja v jeklu in aluminiju. Izračunaj prožnostni modul E , stržni modul in Poissonovo število μ .

Navedilo:

Ultrazvočni defektoskop odda kratak napetostni signal, ki ga vodimo na sondo ki odda ultrazvočni pulz. Sonda tudi deluje kot sprejemnik za odmeve. Defektoskop ustrezno prilagodimo na osciloskop, ki nam omogoča

da signal tudi vidimo in da merimo časovno razlike. Med sondo in merjenjem uporabimo tudi shlopitvene paste, da zmanjšamo odboj pri vstopu v material. Opazujemo lufnico na merjenju.

Merimo tudi hitrost valovanja s tako longitudinalno kot transverzalnno sondo v različnih merjenjih. Iz njihovih dimenzij, mase in obeh hitrosti lahko preračunamo E , G in μ .

Meritve:

Meritve sem prejel kot shranjene slike iz osciloscopa in nekaj slike zaslona Osciloscopa. Podane so bile tudi mase in dimenzije merjenec v .txt datoteki.

Umeritev Sonde:

Prijetje meritev so že bile umerjene, sicer bi umerili z merjenjem odboja na znani razdalji in z ustreznimi nastavitvami.

Lulngica:

Hitrost v merjenju:

$$c = \frac{2L}{\Delta t}$$

$$L_{\text{plast}} = 4,5 \text{ cm}$$

$$c = (5800 \pm 200) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t_{\text{plast}} = (15,5 \pm 0,5) \mu\text{s}$$

Pozicija lulngice od vrha:

$$L = \frac{\Delta t c}{2}$$

$$\Delta t_{\text{vrh}} = (5,5 \pm 0,5) \mu\text{s}$$

$$L_{\text{vrh}} = (1,60 \pm 0,15) \text{ cm}$$

Pozicija lulngice od strani:

$$\Delta t_{\text{stran}} = (11,5 \pm 0,5) \mu\text{s}$$

$$L_{\text{stran}} = (3,3 \pm 0,1) \text{ cm}$$

Hitrost Ultrazvoka:

$$2R = (40,1 \pm 0,1) \text{ mm}$$

$$h = (25,0 \pm 0,1) \text{ mm}$$

$$m_{\text{Al}} = (90 \pm 1) \text{ g}$$

$$m_{\text{Jelco}} = (247 \pm 1) \text{ g}$$

$$m_{\text{Med}} = (266 \pm 1) \text{ g}$$

$$T = 22,9^\circ\text{C}$$

$$V = h\pi R^2$$

$$V = (3,14 \cdot 10 \pm 0,01) \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{\text{Al}} = (2860 \pm 30) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{Jelco}} = (7860 \pm 30) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{Med}} = (8470 \pm 30) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Longitudinalne hitrosti:

$$C_L = \frac{2h\nu}{\Delta t}$$

Al: $\Delta t_3 = (24 \pm 0,5) \mu s$ $N=3$

$$C_{Al,L} = (6300 \pm 100) \frac{m}{s}$$

Jeklo: $\Delta t_3 = (25,5 \pm 0,5) \mu s$ $N=3$

$$C_{Jeklo,L} = (5900 \pm 100) \frac{m}{s}$$

Medenina: $\Delta t_2 = (22 \pm 0,5) \mu s$ $N=2$

$$C_{med,L} = (4500 \pm 100) \frac{m}{s}$$

Transverzalne hitrosti:

Al: $\Delta t_2 = (32 \pm 0,5) \mu s$ $N=2$

$$C_{Al,t} = (3125 \pm 50) \frac{m}{s}$$

Jeklo: $\Delta t_2 = (30 \pm 0,5) \mu s$ $N=2$

$$C_{Jeklo,t} = (3330 \pm 50) \frac{m}{s}$$

Strižni modul:

$$G = \rho \cdot C_t^2$$

Al: $G_{Al} = (2,8 \pm 0,1) \cdot 10^{10} \frac{N}{m}$

Jeklo: $G_{Jeklo} = (8,7 \pm 0,1) \cdot 10^{10} \frac{N}{m}$

Poissonovo število:

$$\text{Združeni enačbi iz uvoda: } \mu = \frac{2C_T^2 - C_L^2}{2(C_T^2 - C_t^2)}$$

Al: $\mu_{Al} = (0,33 \pm 0,01)$

Jeklo: $\mu_{Jeklo} = (0,26 \pm 0,02)$

Proznostni modul:

$$E = 2\rho C_T^2 (1 + \mu)$$

Al: $E_{Al} = (7,4 \pm 0,2) \cdot 10^{10} \frac{N}{m}$

Jeklo: $E_{Jeklo} = (2,2 \pm 0,2) \cdot 10^{11} \frac{N}{m}$