

PIEZOELECTRICITY IN TECHNICAL PRACTICE

Lenka Škarabelová

Master Degree Programme (4), FEEC BUT

E-mail: xskara04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Kazelle

E-mail: kazelle@feec.vutbr.cz

Abstract: Bachelor's thesis is dedicated to the study of the principle and possibilities of use of the piezoelectric effect. Since the use of piezoelectric effect in electrical engineering is very extensive, the main focus is placed on the ability to exploit this effect in the field of ultrasonic and piezoelectric resonators.

Next aim of this work is practically and theoretically to get acquainted with the measurement with an ultrasonic equipment from company Olympus and ultrasonic defectoscopy for detection of possible imperfections in the material and their evaluation.

Keywords: Piezoelectric effect, Ultrasonic defectoscopy, Piezoelectric effect in technical engineering, Ultrasonic

1 ÚVOD

Tato práce je zaměřena na využití piezoelektrického jevu v technické praxi. Využití piezoelektriny jako takové je v technice velmi rozsáhlé.

Mezi jeden z nejvyužívanějších oborů pracujících s piezoelektrinou se řadí i ultraakustika. Ultrazvukem lze nazvat mechanické kmity částic prostředí kolem rovnovážné klidové polohy s kmitočtem vyšším než 20 kHz. Důležitou částí je ultrazvuková defektoskopie, která využívá ultrazvuku k hledání necelistvostí a různých vad v materiálu.

2 TEORETICKÉ ZÁKLADY PIEZOELEKTRINY

Piezoelektrický jev je schopnost krystalů generovat elektrický náboj při jejich deformaci, popřípadě jev opačný, kdy se krystal v elektrickém poli deformuje. Tento jev lze pozorovat pouze u některých látek, a to u takových, které nemají z krystalografického hlediska tzv. střed symetrie. Jedná se o tzv. anizotropní látky. [1]

Princip piezoelektrického jevu spočívá v mikrostruktuře materiálu. Zda může mít krystal piezoelektrické vlastnosti rozhodují symetrické vlastnosti elementárních buněk krystalové mřížky. Ionty v buňkách bez středu symetrie se vlivem mechanického namáhání přesouvají, a tak vytváří elektrický dipól, na rozdíl od buněk, které mají střed symetrie. [2]

Mezi nejpoužívanější piezoelektrické materiály se řadí především křemen a piezoelektrická keramika, která se stává piezoelektrickou až po vystavení účinkům elektrického pole za zvýšené teploty. [2]

3 NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY – DETEKOVÁNÍ VADY V MATERIÁLU

Návrh laboratorní úlohy má za úkol seznámit studenty s ultrazvukovou defektoskopií při vyhodnocování předloženého vzorku.

3.1 CÍL ÚLOHY

Cílem úlohy je u předloženého vzorku najít a vyhodnotit podpovrchovou vadu materiálu. Dále také proměřit rychlost šíření ultrazvuku v tomto vzorku a z té určit, o jaký materiál se jedná.

3.2 ZADÁNÍ ÚLOHY

U předloženého vzorku kovové destičky 100x100 mm, složené ze dvou dílů o tloušťce 2x10 mm, změřte rychlost šíření ultrazvukových vln materiálem a podle výsledné rychlosti se pokuste určit, o jaký materiál se jedná. Změřenou rychlost ultrazvuku použijte ke stanovení délky ultrazvukové vlny v materiálu a zdůvodněte vhodný kmitočet sondy pro další měření. Dále pak prozkoušením materiálu ultrazvukovou sondou určete místo, tvar vady a její hloubku.

3.3 PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ

Tento experiment byl dle navrženého měřicího postupu ověřen v laboratoři. Naměřená průměrná tloušťka vzorku byla 19,3 mm. Rychlost šíření ultrazvuku v materiálu určená přístrojem pak byla rovna $6\,267\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, což materiálově odpovídá rychlosti ultrazvuku v hliníku. Dle vztahu (1):

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} \quad (1)$$

kde λ je délka vlny,

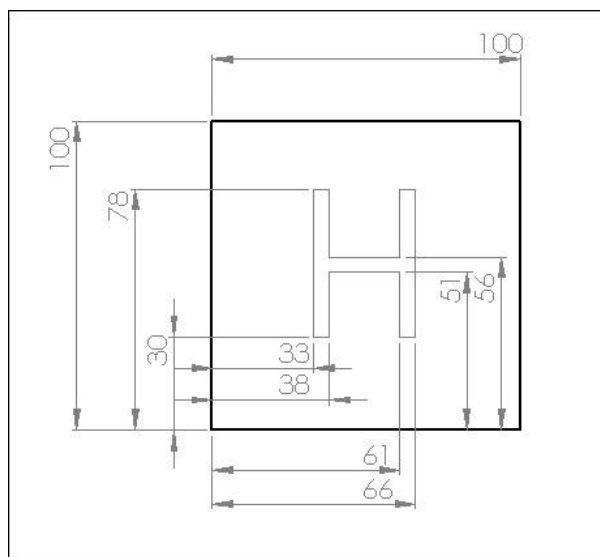
v je rychlost šíření vlny prostředím,

T je perioda,

f je kmitočet.

Z rovnice (1) následně byla stanovena vlnová délka ultrazvuku v materiálu. Pro sondu 4 MHz je délka vlny 1,57 mm a pro sondu 20 MHz je délka vlny 0,31 mm. Vzhledem k tomu, že očekávaný rozměr vady byl očekáván v milimetrech, bylo třeba použít sondu pro níž je délka vlny kratší než rozměr vady, aby bylo dosaženo co nejlepší rozlišovací schopnosti. Z toho důvodu byla pro měření použita sonda 20 MHz.

Po prozkoušení celého vzorku pak byla vyhodnocena výsledná vada. Ta měla tvar písmene H, které mělo šířku čáry 5 mm a hloubku 2 mm. (viz. Obrázek 2)



Obrázek 2: Výsledný tvar vady (rozměry v mm)

4 ZÁVĚR

Bakalářská práce spočívala v prostudování fyzikálních základů piezoelektrického jevu a možnosti jeho uplatnění v technické praxi.

V rámci praktické části byl proveden experiment s ultrazvukovým zařízením od firmy Olympus EPOCH LT. Jedna z praktických částí se sestávala z návrhu laboratorní úlohy pro studenty. Tento návrh se zabýval ultrazvukovou defektoskopií, kde cílem této úlohy je najít a vyhodnotit podpovrchovou vadu materiálu. Předloženým vzorkem je kovová destička, složená ze dvou stejných dílů, z nichž v jednom z nich se nachází vada určená k vyhodnocení. Úkolem studentů bude nejprve změřit tloušťku materiálu, určit jakého materiálu je vzorek vyroben, vybrat vhodnou sondu pro následující měření při identifikaci vady a její hloubky v předloženém vzorku. Všechny tyto parametry by následně měly být zakresleny. Jako kontaktní prostředí by měla být použita destilovaná voda. K tomuto měření je v bakalářské práci přiložen návrh postupu měření.

Tento návrh byl následně prakticky ověřen, dle navrženého pracovního postupu. Mikrometrem změřená průměrná tloušťka vzorku byla 19,3 mm. Rychlost ultrazvuku šířící se materiálem byla rovna $6\,267\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, podle které byl určen materiál zkoušeného vzorku, což byl hliník. Pro defektoskopické měření z důvodu rozlišovací schopnosti byla zvolena sonda s frekvencí 20 MHz. Po prozkoušení celé destičky pak byl zakreslen výsledný tvar vady, která měla tvar písmene H o šířce čáry 5 mm a hloubce 2 mm (viz Obrázek 2).

PODĚKOVÁNÍ

Publikace vznikla za finanční podpory projektu specifického výzkumu na VUT (projekt č.FEKT-S-17-4595, Materiály a technologie pro elektrotechniku III.).

REFERENCE

- [1] ČVUT PRAHA, Ústav Fyziky. *Piezoelektrické jevy: Základy piezoelektrických jevů a jejich aplikace v moderních technologiích* [online]. Praha, 2013. Dostupné z: http://fyzika.fs.cvut.cz/subjects/fzmt/lectures/FZMT_11.pdf. Přednáška. ČVUT Praha.
- [2] KOUKOLÍK, V. *Využití piezoelektrického jevu v praxi* [online]. Plzeň, 2013. Dostupné z: [tps://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/10094/DIPLOMKA.pdf?sequence=1](https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/10094/DIPLOMKA.pdf?sequence=1). Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Eva Kučerová, CSc.