



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Měřicí technika

(KKS/MT)

na téma

**Tvorba grafické vizualizace principu
měření akustických projevů (hluk,
akustický tlak, šíření v prostředí**

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tvorba grafické vizualizace principu měření akustických projevů (hluk, akustický tlak, šíření v prostředí)

Akustika

Akustika je vědní obor v širším pojetí, neboť se komplexněji zabývá se fyzikálními ději, které jsou spojeny s vlněním (se zvukem) od jeho vzniku, přenosu prostorem až po vnímání lidskými sluchem nebo měřicími přístroji. Obor akustiky se dá rozdělit na celou řadu oblastí, např. hudební akustika, stavební akustika, prostorová akustika, fyziologická akustika, elektroakustika atd.

Šíření a rychlost zvuku

Šíření vlnění nebo spíše zvukových vln v prostoru popisuje celá řada fyzikálních principů. Vlny se v prostoru mohou odrážet, lámat i ohýbat, sčítat s jinými vlnami, podléhat tlumení atd.

Generování zvukového vlnění (zdroj zvuku) a důležité prostředí (hmotné prostředí) ve kterém se toto vlnění šíří, nenazývá jeho vodič. Vodič zvuku, obvykle vzduch též kapaliny i pevné látky, může zprostředkovávat spojení mezi zdrojem zvuku (generátorem) a jeho přijímačem (detektorem), kterým bývá v praxi lidské ucho nebo mikrofón.

Akustické vlnění (signál) ve volném prostoru (bez překážek atd.) kde se nachází medium vzduchu atd. (kromě vakua) se šíří od zdroje(ů) ve formě vln, které jsou též závislé na rozměrech zdroje. Zvuk se akustickým polem šíří podle Huygensova principu.



Obr. 1. Schématické znázornění šíření zvukových vln [21]



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Šíření zvuku v prostředích

Šíření zvuku neboli šíření kmitání je podmíněno prostředím (plynné látky, kapaliny, pevné látky), vzhledem k tomu že vakuum neobsahuje potřebné vlastnosti nemůže se proto vlnění (zvuk) ve vakuu šířit.

Rychlost šíření zvukové vlny ve vybraných materiálech

Látka	Rychlost ($m \cdot s^{-1}$)
Vodík (0 °C)	1270
Oxid uhličitý (25 °C)	259
Kyslík (25 °C)	316
Suchý vzduch (0 °C)	331,4
Suchý vzduch (25 °C)	346,3
Helium (0 °C)	970
Rtuť (20 °C)	1400
Destilovaná voda (25 °C)	1497
Mořská voda (13 °C)	1500
Led (-4 °C)	3250
Stříbro (20 °C)	2700 / 3700
Měď (20 °C)	3500 / 4720
Sklo (20 °C)	5200
Ocel (20 °C)	5000 / 6000
Hliník (20 °C)	5200 / 6400

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Měření akustických projevů

Měření akustiky se zabývá měřením hlučnosti technického zařízení nebo prostředí, frekvenční analýzou zvuku, měřením akustického výkonu, lokalizací zdroje zvuku, měřením vibrací, elektroakustikou a stavební akustikou.

U domácích spotřebičů, ručního náradí, ale i automobilů a dalších technických zařízení se zjišťuje hladina akustických projevů. Hlavním parametrem je sice akustický tlak dBA, ale měří se i vibrace tzv. infrazvukové projevy. Pro tyto účely slouží tzv. zvukové komory (bezodrazové komory – viz obr. 1.2) se splněním požadavků ČSN EN ISO 3745, která jsou „odrušeny“ od okolí izolačními látkami pro pohlcování zvuku zvenčí a speciální úpravou vnitřního prostoru pro „neodrazivost“ zvuku ze zdroje umístěného uvnitř komory (místnosti). Veškeré zvuky jsou snímány mikrofony, umístěnými do polí a dle požadavků předpisů měření (vzdálenost, počet měřících míst atd.)

Zjišťování hodnot akustického projevu a zdrojů hluku



Obr. 1.1 Příklady měření hlukoměrem s analýzou a záznamem dat (měření hluku a hledání zdroje hluku)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

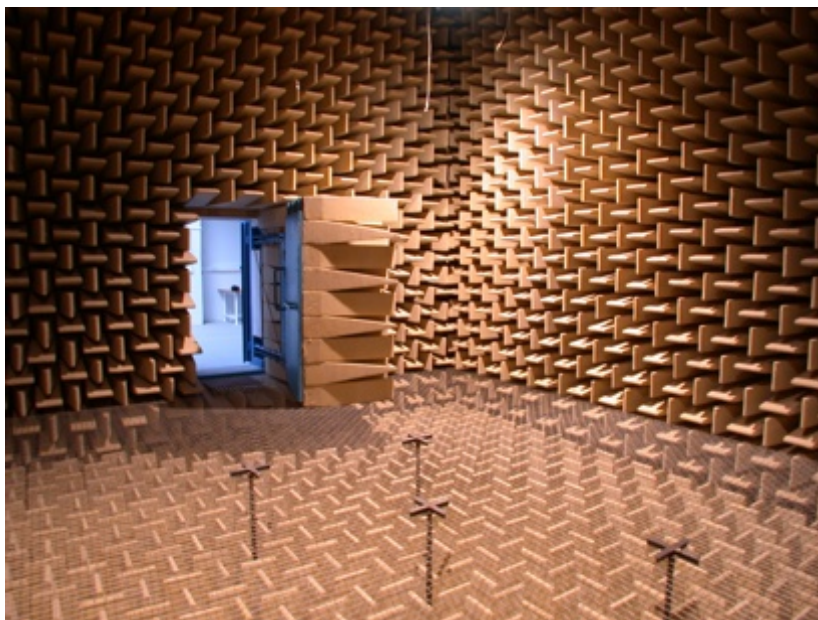


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.2 Uspořádání vnitřní části bezodrazové komory [10]



Obr. 1.3 Detailní uspořádání měření v bezodrazové komorě [10]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Využívání zvuku

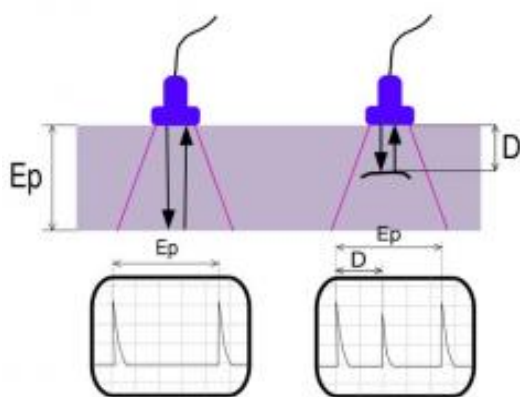
Ultrazvuková defektoskopie a sonografie

Metoda ultrazvukové defektoskopie je založená na změnách propustnosti a odrazivosti ultrazvukové vlny vlivem necelistvosti materiálu. Ultrazvuk, stejně jako zvuk a hluk, je mechanické kmitání částic kolem rovnovážné polohy šířící se v pružném prostředí.

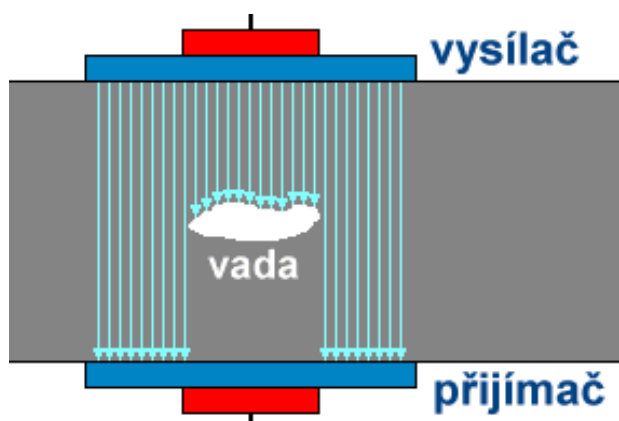
Frekvenční rozsah u ultrazvukových kmitů je mimo slyšitelné spektrum, tzn. více než 20kHz. Pro defektoskopické účely se běžně používají rozsahy 100kHz až 50MHz, maximálně však do 200MHz.

Pro testování materiálů a výrobků je podstatný akustický tlak, ten je úměrný elektrickému napětí na pólech piezoelektrického snímače. Ultrazvuková sonda je elektroakustické zařízení, které obsahuje jeden nebo více „měničů“ pro transformaci elektrické energie na mechanickou a naopak (vysílač/přijímač). Ultrazvukové sondy jsou vyrobeny z piezoelektrických materiálů nebo piezoelektrických polymerů.

Princip činnosti odrazivé metody viz obr. 1.4 kdy je snímač/vysílač v jedné sondě a průchodové metodě viz obr. 1.5 , kdy je vysílač a přijímač zvlášť z každé strany měřeného objektu).



Obr. 1.4 Princip odrazivé metody



Obr. 1.5 Princip průchodové metody



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

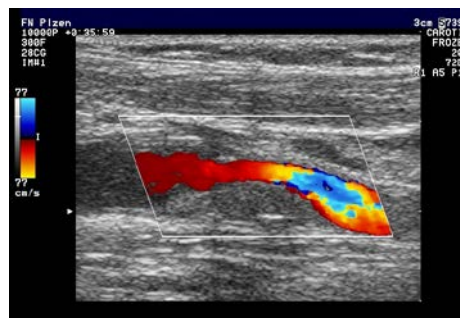
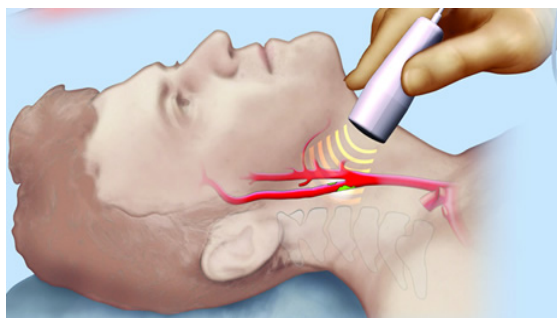
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.6 Přístroj pro ultrazvukovou defektoskopii [11]

Sonografie

Ultrazvuk se dá použít třeba při lékařském vyšetření. Ultrazvukové vlny o frekvenci 1 až 18 MHz procházejí tělem a odrážejí se od jednotlivých orgánů resp. od přechodů mezi tkáněmi s různou akustickou impedancí.



Obr. 1.7 Princip a ukázka sonografického snímku krčních tepen [20]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.8 Celkové pracoviště pro sonografickou diagnostiku

Echolokace

Polohu nebo vzdálenost různých těles, předmětů nebo polohy s pomocí ultrazvuku zjišťuje tzv. sonar, který na základě známé rychlosti šíření zvuku se měří čas od vyslání impulsu k jeho přijetí. Používanému postupu se říká echolokace (nejen pro ultrazvuk) a užívají nebo využívají tohoto principu, kromě technického odvětví, např. i živočichové (netopýři, delfíni, kytovci).

Princip: Snímač vyšle impuls, který se odrazí od překážky a vrátí zpět. Měří se doba mezi vysláním a návratem impulsu.

$$a = 0,5.t.c$$

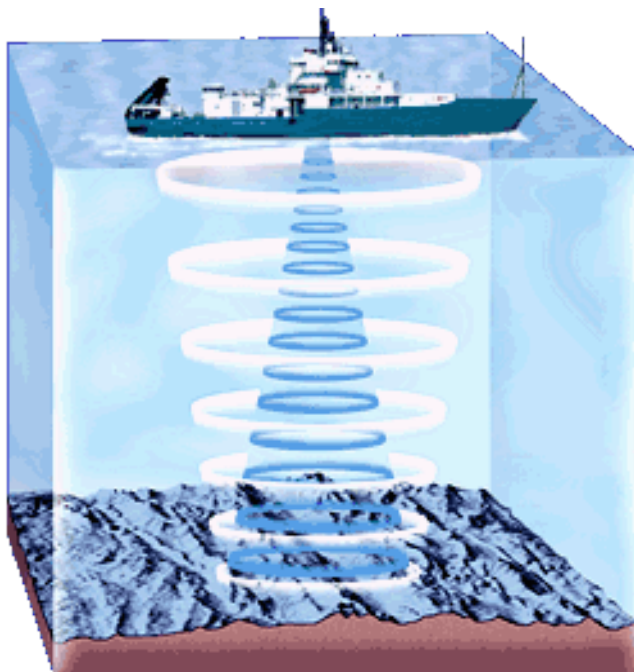
Kde:

Vzdálenost překážky a [m]

t ... doba návratu impulsu [s]

c ... rychlost zvuku [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.9 Schématický princip sonaru [22]

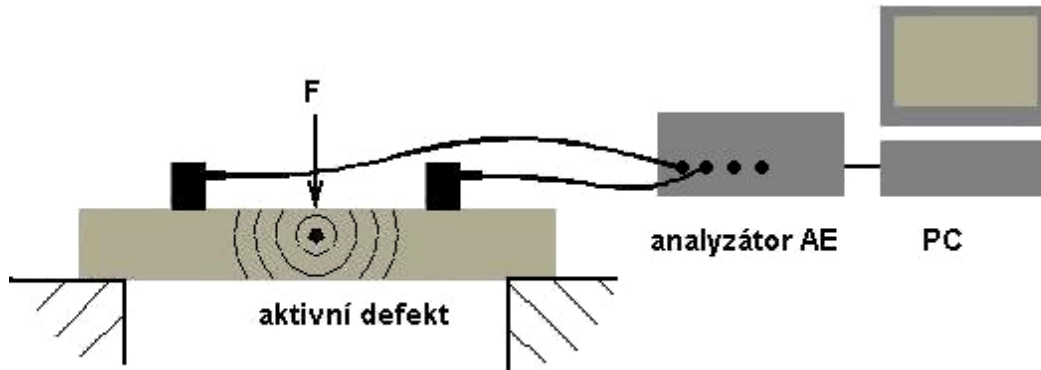
Akustická emise

Akustickou emisí se označuje fyzikální jev, při němž lze měřit akustické signály vysílané mechanicky nebo tepelně namáhaným tělesem (materiálem) a zároveň tím po vyhodnocení diagnostikovat stav měřené součásti.

Akustická emise patří k pasivním nedestruktivním metodám, tj. neovlivňuje měřený objekt a podává celkovou informaci o momentálním dynamickém stavu materiálu na principu využívání postupných vlnových pulsů. Nevýhody, jsou nedefinované a náhlé způsoby vzniku „parazitních“ vln a tím zhoršená interpretace měření, dále pak např. příliš malá energie některých akustických pulsů, kdy snímač je změřil jako šum pozadí a tím tyto pulsy zanikají.

Snímače pro akustickou emisi převádějí toto vlnění akustické emise na elektrické signály. Obvykle jsou to snímače na piezoelektrické principu, případně tzv. rezonanční snímače a to s daným rozsahem frekvencí (30kHz, 300kHz). K zabezpečení správného akustického přenosu (to platí i pro ostatní snímače – ultrazvukový atd.) se nanáší mezi snímač a měřený objekt (materiál) tzv. pojídlo, ve formě tekutého gelu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.10 Základní schéma pro měření akustické emise [18]



Obr. 1.11 Celkové pracoviště (sonda i přístroj) pro akustickou emisi [17]



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [2] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [3] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [4] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9
- [5] JENČÍK, J., Volf, J. a kol.: *Technická měření*. ČVUT v Praze, Praha 2000, ISBN 80-01-02138-6
- [6] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [7] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [8] NOVÝ, R.: *Hluk a chvění*, Vydavatelství ČVUT Praha, 2000, ISBN 80-01-02246-3
- [9] FORMÁNEK, J.: *Hluk a vibrace strojních zařízení a jejich snižování. Energetické stroje-termomechanika-mechanika tekutin-2005*, konference s mezinárodní účastí, ZČU, Plzeň, Česká Republika, 2005, s.33-36, ISBN 80-7043-360-4
- [10] Hluková komora, <http://www.rice.zcu.cz/cz/services/acustics/>
- [11] Defektoskopie- přístroje, www.defektoskopie.cz
- [12] Vlnění, <http://slaboproud.sweb.cz/elt2/stranky1/elt039.htm>
- [13] Akustika, http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm
- [14] Vlnění a akustika, <http://www.devbook.cz/maturitni-otazky-z-fyziky-vlneni-zvuk-a-akustika>
- [15] Zvuk a jeho šíření, http://www.zsondrejov.cz/Vyuka/F-9H/Zvuk_05.pdf
- [16] Akustická emise, <http://www.ped.muni.cz/wphy/projekty/KEMIS.HTML>
- [17] Měřicí přístroj akustické emise, <http://www.dakel.cz/index.php?pg=prod/dev/stv>

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- [18] Akustická emise, http://uk.fme.vutbr.cz/www_uk/texty/vyzkum_unavove_vlastnosti_-_akusticka_emise
- [19] Princip akustické emise http://uk.fme.vutbr.cz/www_uk/texty/vyzkum_unavove_vlastnosti_-_akusticka_emise
- [20] Ultrazvuk, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrazvuk>
- [21] Princip sono, <http://www.diabetes-ratgeber.net/Diabetes/Doppler-Sonografie-27912.html>;
<http://www.praxis-bastisch.de/pages/praxisleistungen/regelleistungen.php>
- [22] Sonar, <http://www.divediscover.who.edu/tools/sonar-singlebeam.html>