

ULTRAZVUK

MENO A PRÍZVISKO ŠTUDENTA, ROČNÍK, ODBOR:

VEDÚCI PRÁCE:

KATEDRA / ÚSTAV:

RENÉ VLKOLINSKÝ, 2. ROČNÍK, TMS

IVAN VAVRÍK, 2. ROČNÍK, TMS

DOC. ING. GABRIELA PAVLENDOVÁ, PHD.

KATEDRA FYZIKY

1 Úvod

- Ultrazvuk je zvukové vlnenie s frekvenciou vyššou ako 20 kHz
- Jeho vlnová dĺžka je menšia ako vlnová dĺžka zvuku, preto je jeho šírenie menej ovplyvnené ohybom. Výrazný je jeho odraz od prekážok a skutočnosť, že je menej pohlcovaný v kvapalinách a pevných látkach
- Podľa veľkosti intenzity ultrazvukového vlnenia sa ultrazvuková energia rozdeľuje na pasívnu a aktívnu

- Pasívny ultrazvuk - ultrazvukové vlnenie dosahuje takú intenzitu, ktorá pri jeho šírení nespôsobuje nijaké fyzikálne alebo chemické zmeny v prostredí
- Aktívny ultrazvuk (makrozvuk) - v spojení s mnohými nelineárnymi efektmi ovplyvňuje vlastnosti, resp. štruktúru prostredí, ak ich podrobíme jej vplyvu. **Zaujímavý je pre oblasti vedy a technológie**, pri ktorých treba urýchliť jednotlivé procesy alebo zvýšiť kvalitu vykonávanej operácie
- Základnými veličinami ultrazvuku sú kmitočet, intenzita, rýchlosť a vlnová dĺžka

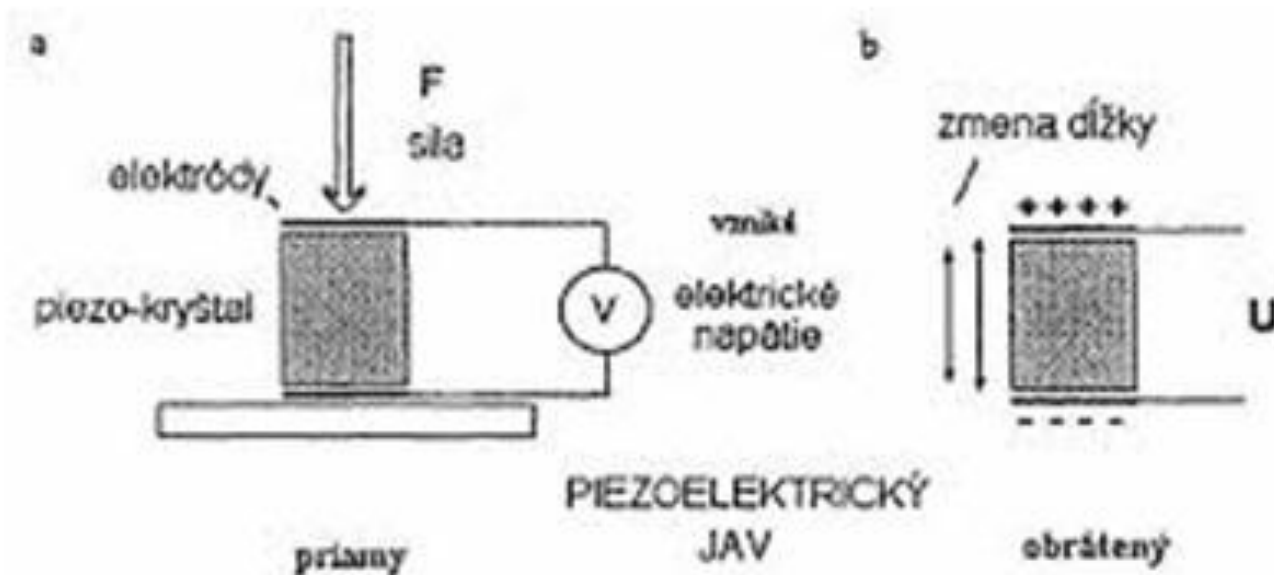
2 Zdroje ultrazvuku

- Používajú špeciálne prístroje a zariadenia
- Mechanické zdroje: špeciálne konštruovaná kovová uzavretá píšťala veľmi malých rozmerov, tzv. Galtonova píšťala; Hartmanov akustický generátor, v ktorom prúd vzduchu unikajúci z kuželovej trubice naráža na valcový rezonátor; ultrazvuková siréna
- Pri pokusoch a pri praktickom používaní ultrazvuku sú zdrojmi ultrazvuku najčastejšie piezoelektrické alebo magnetostriekčné ultrazvukové meniče, ktoré sú omnoho lepšie ovládateľné ako mechanické meniče

Piezoelektrický zdroj ultrazvuku

- Na piezoelektrickú doštičku opatrenú tenkými kovovými elektródami privedieme striedavé elektrické napätie, doštička bude periodicky meniť svoju hrúbku » bude **vibrovať**
- Ak takúto vibrujúcu doštičku pritlačíme k povrchu nejakej vrstvy, bude doštička vysielat' do vrstvy ultrazvukové vlnenie

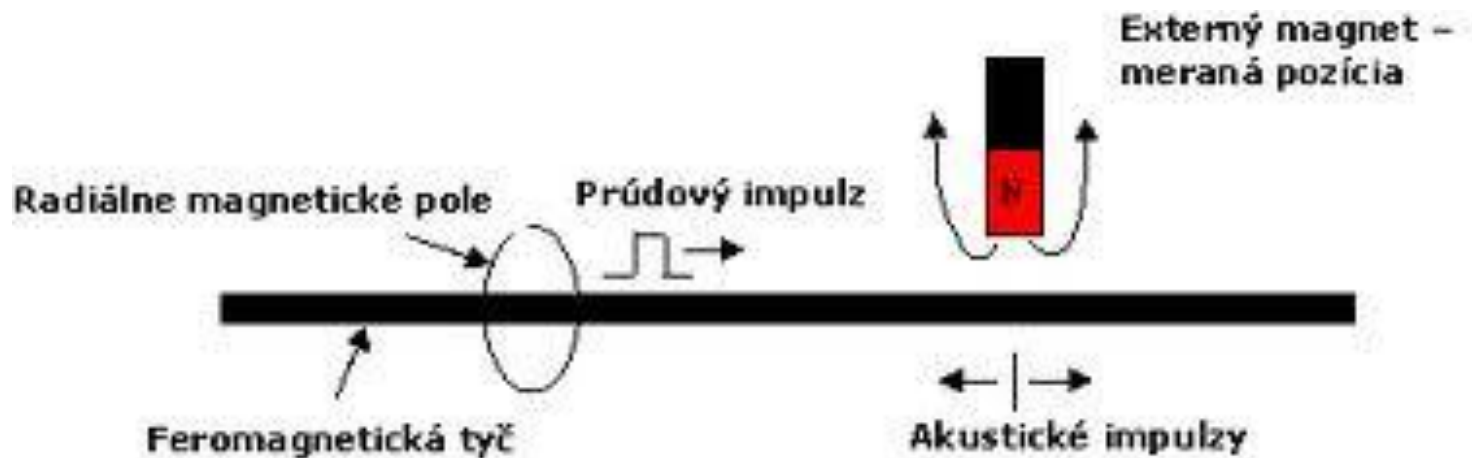
Piezelektrický zdroj ultrazvuku



Obr. 3.1. Piezelektrický jav, a - prímý piezelektrický jav, b - obrátенý piezelektrický jav

Magnetostrikčný zdroj ultrazvuku

- Ak do cievky navinutej na niklovú tyč privedieme striedavý prúd, premenné magnetické pole v dutine cievky vyvoláva periodické kolísanie dĺžky tyče
- Tyč **vibruje** a pri dostatočnej frekvencii prúdu sa stáva zdrojom ultrazvuku



3 Šírenie ultrazvukových vln

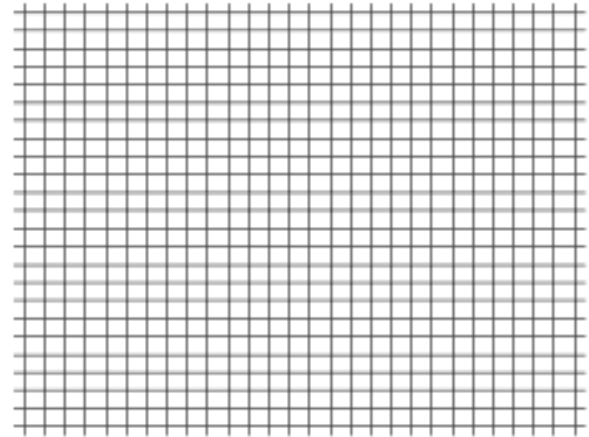
- Vždy je priestorové, pričom značný počet vzájomne susediacich častíc kmitá v rovnakej fáze
- Častice kmitajúce v rovnakej fáze tvoria plochu, ktorú nazývame **vlnoplochou**
- Podľa tvaru vlnoplochy rozoznávame vlnenie rovinné, valcové a guľové

4 Základné druhy ultrazvukových vln

- Podľa smeru kmitania častíc prostredia na smer šírenia vlny rozlišujeme vlnenie:
 - pozdĺžne
 - priečne
 - povrchové
 - doskové symetrické a asymetrické

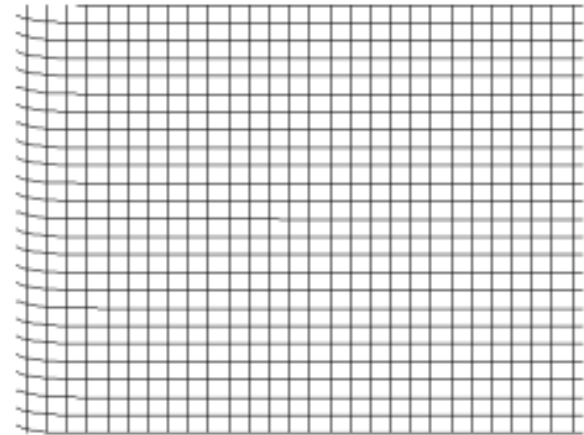
Pozdĺžne vlnenie

- Častice kmitajú v smere šírenia vlnenia
- Materiálom sa šíri ako tlakové vlny a môže sa šíriť tuhým, kvapalným aj plynným prostredím
- Jedinou podmienkou, aby sa v prostredí mohla šíriť čisto pozdĺžna vlna, sú dostatočne veľké rozmery prostredia vzhľadom k dĺžke vlny



Priečne vlnenie

- Častice kmitajú kolmo na smer šírenia
- Vlny sa môžu šíriť len v prostredí s rozmermi omnoho väčšími než je dĺžka vlny, avšak iba v takom, ktoré kladie odpor namáhania v šmyku
- Iba niektoré kvapaliny alebo pasty s veľkou viskozitou môžu priečne vlny prenášať



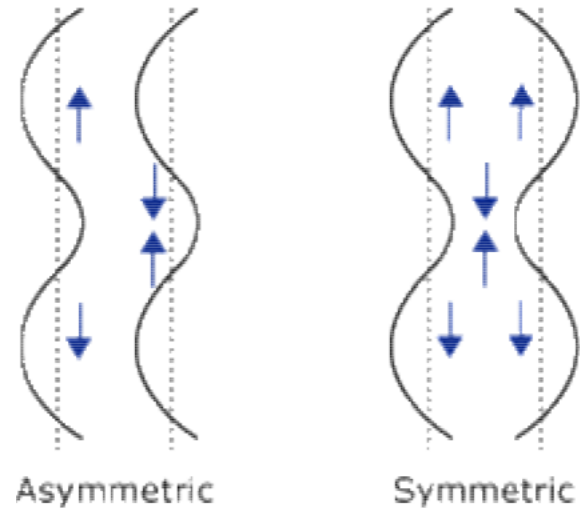
Povrchové vlnenie

- Povrchové alebo Raileighove vlny sa šíria pozdĺž povrchu skúšaného predmetu a majú charakter priečnych vln
- Vnikajú len do nepatrnej hĺbky pod povrch, pretože sú silne tlmené s rastúcou hrúbkou
- Častice kmitajú okolo rovnovážnej polohy po eliptickej dráhe, pretože na ne pôsobí sila kolmá na smer šírenia (priečna), ktorá podstatne prevyšuje silu pôsobiacu v smere šírenia (pozdĺžnu)

Doskovové vlnenie

- Nazývané tiež Lambové, môžu vzniknúť kombináciou pozdĺžnych a priečnych vln

- Tieto vlny je možné vyvolať v dvoch základných formách
 - » symetrické vlny dilatačné
 - a asymetrické vlny ohybové



- U oboch týchto druhov vln kmitá celé prostredie, ktorým sa vlny šíria
- V defektoskopii sa používajú ku skúšaniam dosiek a drôtov

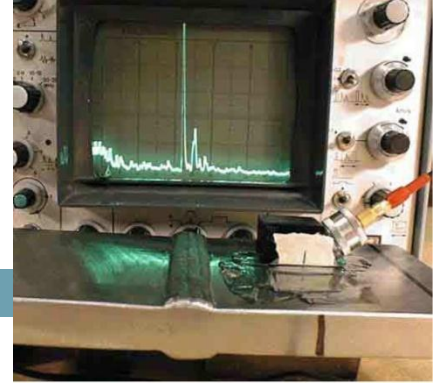
5 Využitie ultrazvuku

Defektoskopia

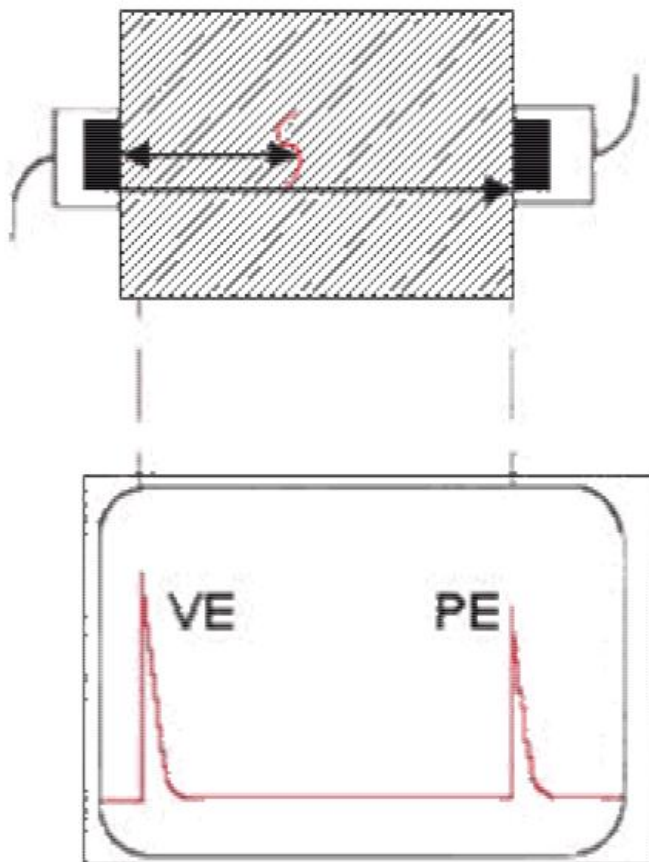


- Je to metóda hľadania porúch v súčiastkach a konštrukciách
- Defekty sú častou príčinou havárií, ktorých následky sú neraz tragické
- Myšlienka použiť ultrazvuk na hľadanie porúch pochádza od ruského fyzika Sokolova. Prvé skúšky tohto druhu vykonal ešte v roku 1934
- Ultrazvuková defektoskopia využíva na hľadanie porúch ultrazvukové vlny, ktoré sa šíria skúmanou látkou a ktoré sa na jej protiľahlom povrchu odrážajú

Prechodová metóda



- Pracuje sa s dvoma sondami, ktoré sú vždy umiestnené súsovo na protíahlých stenách skúšaného predmetu
- Vlny, ktoré do materiálu vysiela vysielajúca sonda sú z druhej strany prijímané sondou prijímacou
- Ak sa v materiály nachádza vada alebo iná nehomogenita, na ktorej ploche sa odrážajú šíriace sa vlny, tvorí sa za vadou tieň a do prijímača prichádza menšia hodnota energie



- Používa sa len ku kontrole predmetov s rovnobežnými povrchmi

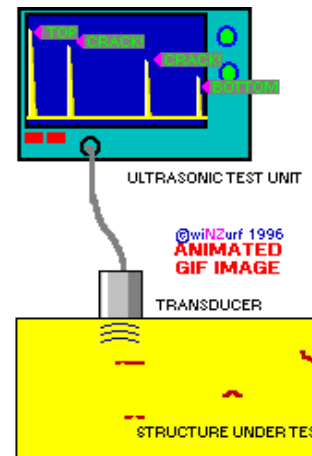
- Výhoda: jednoduchosť

- Nevýhoda: menej citlivá

- Pri kontrole plechov, plátovaných materiálov, ložiskových paniev a pod.

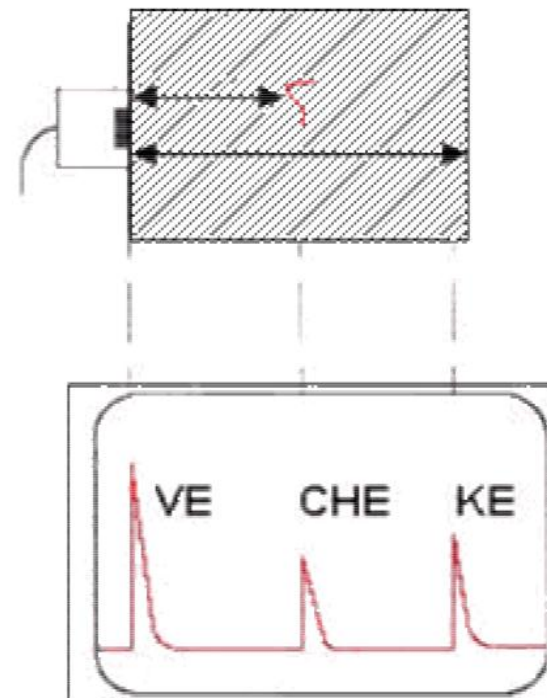
Odrazová metóda

- Je všestranne použiteľná a poskytuje najviac informácií o vyšetrovanom predmete a to ako aj o jeho necelistvostiach, tak aj o štruktúre materiálu



- Do kontrolovaného predmetu sa vysielaajú krátke ultrazvukové impulzy, ktoré sa odrážajú od povrchu predmetu a jeho vnútorných vád
- Po odraze od materiálu sa ultrazvukové vlny vrátia do prijímača

- Táto metóda je veľmi citlivá
- Pri použití odrazovej metódy stačí, keď je prístupná len jedna strana skúšaného predmetu
- Vhodná ku kontrole materiálov, stanoveniu útlmu, elastických konštant materiálu
- Používajú dva druhy sond :
 - ▣ čelné (priame) – jednomeničové, dvojmeničové
 - ▣ uhlové



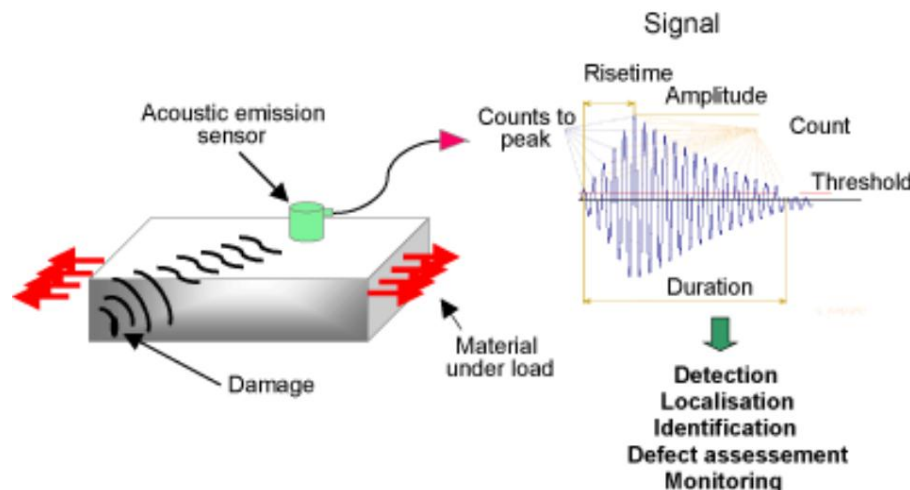
Rezonančná metóda



- Do skúšaného predmetu sa vysielajú ultrazvukové vlny, ktorých frekvencia sa mení
- Keď sa hrúbka predmetu rovná celému násobku polovičnej dĺžky vlny vysielaného ultrazvuku, vznikne v predmete stojaté vlnenie
- Vysielač dodáva minimálnu energiu do kontrolovaného predmetu, ktorý sa pri stojatej vlne dostane do vlastnej rezonancie buď na základnej, alebo niektorej vyššej harmonickej frekvencii

Metóda akustických emisií

- Analyzuje signály vznikajúce pri rozširovaní trhliny v materiály
- Dochádza k uvoľneniu merateľných elastických vln
- Je to elastické vlnenie vznikajúce v dôsledku lokálnej, dynamickej a nevratnej zmeny štruktúry materiálu
- Ide o pasívnu metódu ultrazvukového skúšania, pri ktorej sa akustické signály iba prijímajú



Metóda impedančná

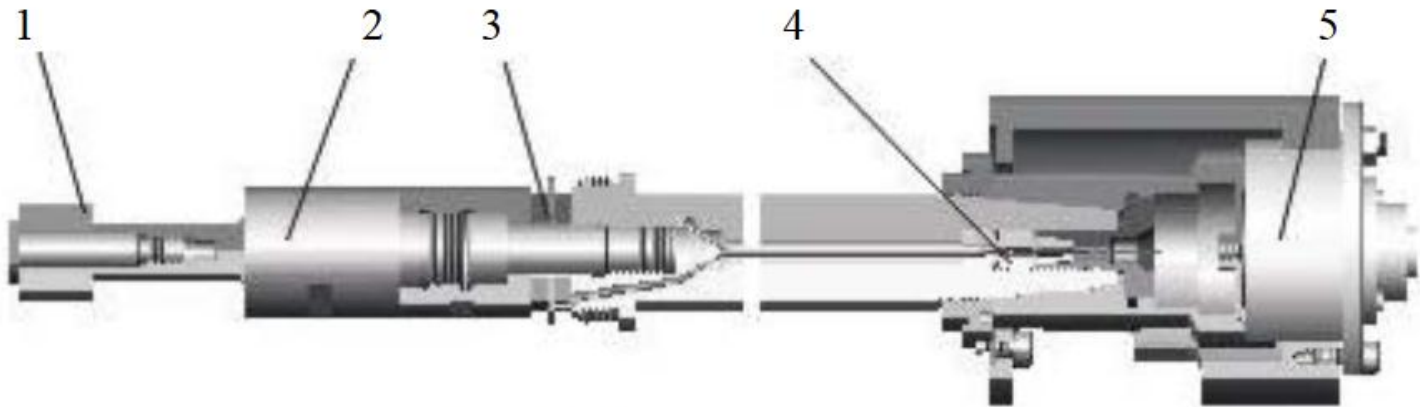
- Je nízkofrekvenčná akustická metóda
- Iba toto ju spája s metódami ultrazvukovej defektoskopie
- Frekvencie vysielané do skúšanej súčasti sú v pásme počuteľných kmitov
- Využívajú sa rozdiely akustických impedancií medzi dobrými a chybnými miestami skúšanej súčasti

Kontrola zvarov

- Technika skúšania zvarov sa volí v závislosti od geometrie zvarového spoja, ale tiež na základe druhu a intenzity mechanického namáhania zvaru a od neho odvodených kritérií prípustnosti
- Pri skúšaní zvarových spojov sa zisťujú a hodnotia nielen chyby zvarového spoja, ale tiež chyby základného materiálu

Brúsenie pomocou vysoko výkonného ultrazvuku

- Pri brúsení sa využíva variant pozdĺžnych ultrazvukových kmitov ako prídavného pohybu v reznom rotačnom procese brúsiaceho nástroja
- Dochádza k spojeniu sínusových ultrazvukových kmitavých pohybov brúsiaceho nástroja s klasickou kinematikou pozdĺžneho brúsenia
- Znižuje sa pravdepodobnosť vzniku tepla, čím sa znižuje možnosť vzniku mikrotrochlín



Obr. 1. *Ultrazvukové vreteno*

1 - nástroj, 2 – koncentrátor, 3 – menič, 4 – elektrické konektory, 5 - spojka

Zváranie ultrazvukom



- Dva kusy materiálu spoja dohromady skrz vysoko-frekvenčné akustické vlnenie
- Akustická energia je premenená na tepelnú energiu trením a časti látky sú spojené prakticky okamžite
- Materiály sú k sebe pritlačené, pričom jeden z nich je pevne fixovaný. Druhý je rozkmitaný frekvenciou ultrazvukového budiča
- Vznikne kvalitný zvarový spoj

Meranie prietoku

- Porovnáva sa časová diferencia prechodu ultrazvukových impulzov v smere a proti smeru prúdenia meraného média
- Na meranom potrubí sú inštalované dva prevodníky plniace zároveň funkciu vysielača aj snímača
- Doba prechodu ultrazvukového impulzu v smere prúdenia média je kratšia ako doba prechodu impulzu proti smeru prúdenia
- Rozdiel doby prechodu signálov „ Δt “ je priamo úmerný prietoku média a umožňuje vypočítať priemernú hodnotu



Akustické hladinometry

- Princíp je založený na meraní času prechodu ultrazvukového impulzného signálu od vysielača po meranú hladinu a späť
- Signál sa v meranom médiu šíri k rozhraniu prostredí
- Vplyvom rozdielneho akustického odporu od rozhrania prostredí sa signál odráža k prijímaču

Ultrazvukové meranie tepla

- Objem vykurovacej vody sa meria v meracom potrubí ultrazvukovými impulzmi, ktoré sú vysielané v smere toku a proti smeru toku
- Z nameraných hodnôt doby priebehu sa následne vypočíta objem vykurovacej vody
- Teplota vody v prívodnom a vratnom potrubí sa stanoví pomocou platinových odporových snímačov
- Objem vykurovacej vody aj teplotný rozdiel medzi prívodným a vratným potrubím sa vynásobí a súčin sa integruje
- Ako výsledok sa registruje a zobrazuje spotrebované množstvo tepla

Meranie hrúbky materiálu

- Ultrazvuk sa do materiálu nevysiela trvalo, ale v krátkych impulzoch
- Impulz sa šíri materiálom, odráža sa od protiľahlého povrchu a vracia sa späť k sonde
- Nemeria priamo hrúbku, ale dobu priechodu ultrazvuku skúšaným materiálom tam a späť

Ultrazvukové zatláčanie

- Využíva sa na implantovanie kovových dielov do plastov
- Ultrazvuková sonotróda sa oprie o časť zatláčanej súčiastky a pri súčasnom pôsobení tlaku v axiálnom smere dôjde k roztaveniu plastu na rozhraní kovový diel – plast
- Kovová súčiastka sa dostane ľahko do požadovanej polohy a po ukončení ultrazvukových vibrácií dôjde k pevnému ukotveniu tejto súčiastky v plaste

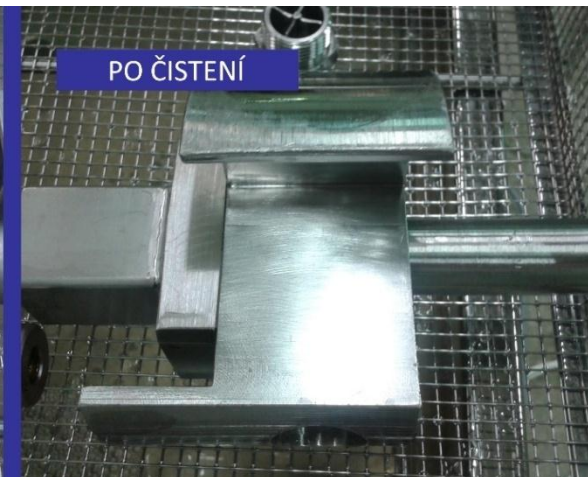
Ultrazvukové rezanie

- Mikropohyb v axiálnom smere, ktorý je superponovaný na nože vyrobené väčšinou z titánu, redukuje silu potrebnú na rezanie až o 75 percent a spôsobuje samočistenie noža
- Ultrazvukové vibrácie umožňujú rezať aj materiály, ktoré sa bežnými metódami nedajú



Ultrazvukové čistenie

- Predmety sa vkladajú do kvapaliny, v ktorej sa pomocou ultrazvukového zdroja vytvorí silné ultrazvukové pole
- Čistiace účinky ultrazvuku súvisia s intenzívnym kmitavým pohybom častôčiek kvapaliny, prípadne tiež so vznikom kavitácie
- Keďže pri ultrazvukovom čistení sa využívajú prevažne kvapaliny s chemickými čistiacimi účinkami, ide vlastne o kombináciu chemických a ultrazvukových čistiacich účinkov



6 Záver

- Dnešné moderné technológie dokážu neustále napredovať vo využití ultrazvuku v rôznych odvetviach prác. Okrem stavebníctva a strojníctva je ultrazvuk veľmi dôležitý aj v iných odvetviach, napr. v medicíne či potravinárstve.



Ďakujeme za pozornost!