

Ultrazvukový přístroj pro měření velmi tenkých vrstev.

Úkolem je změřit tloušťku jedné nebo více vrstev (zejména barvy) na kovovém ale i na nekovovém (a elektricky nevodivém a nemagnetickém) materiálu.

Typickou aplikací je lakování plechových karosérií automobilů, kde záleží na tloušťce každé jednotlivé vrstvy.

Další aplikace:

- ◆ měření vícevrstevných systémů - např. základní barva, plnič, vrchní lak
- ◆ měření vrstev na kovovém i nekovovém podkladu
- ◆ měření vrstev na plastech, vícevrstvé systémy na plastech
- ◆ měření vrstev (barva, plastové povlaky) na skle
- ◆ nátěry na dřevě
- ◆ vyhodnocení neznámých (i vícevrstevných) nátěrů/ povlaků
- ◆ měření povlaků z rubové strany
- ◆ měření tloušťky materiálů dle měřicího rozsahu přístroje



Princip měření tloušťky ultrazvukem

Ultrazvukové měření tloušťky (v rozsahu od cca 0,6 mm) je založeno na měření časové prodlevy (=časové vzdálenosti) mezi vysláním ultrazvukového signálu a přijetím signálu odraženého.

Čas je měřen v μs a přes rychlost šíření ultrazvuku v materiálu je přepočítán na tloušťku. Z toho plyne, že pro správné měření tloušťky ultrazvukem je nutné znát rychlost šíření ultrazvuku v daném materiálu. Druhou možností je znát tloušťku daného vzorku a tu poté při měření nastavit v přístroji během kalibrace. Rychlost šíření



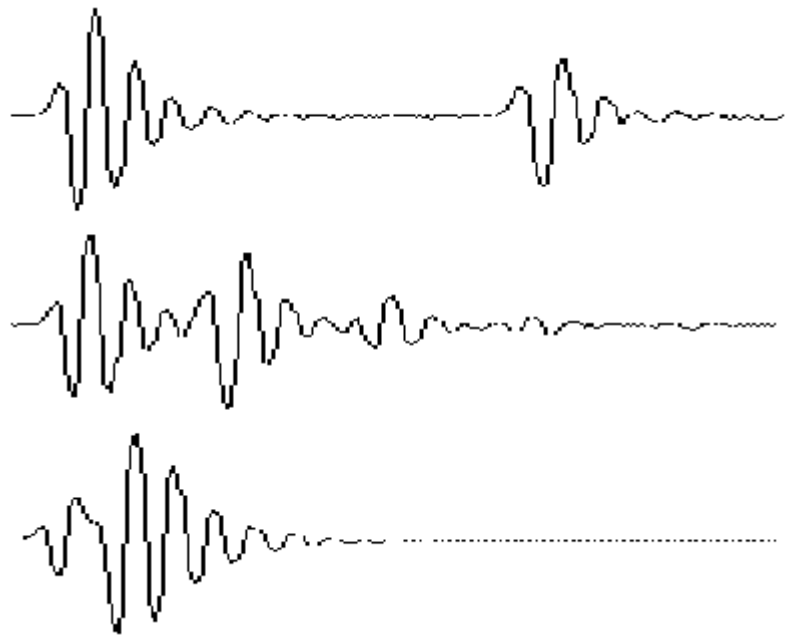
Obrazovka
ultrazvukového
přístroje



Problémy měření velmi tenkých vrstev

Echo ultrazvukového signálu má nějakou šířku. Při měření velmi tenkých vrstev nastává situace, kdy se přijaté echo od odraženého signálu (od protilehlé stěny) překrývá s počátečním vysílacím echem. Následující obrázek ukazuje různé případy v závislosti na měřené tloušťce (= časové vzdálenosti): první znázorňuje vyslaný a přijatý signál na tloušťce 1 mm (= 850 ns), druhý tloušťku 0,1 mm (= 85 ns) a poslední 0,01 mm (= 8,5 ns).

Z uvedených obrázků je zřejmé, že jednoduchým způsobem není možné odlišit echa u velmi tenkých vrstev.



Princip měření velmi tenkých vrstev ultrazvukem

Pro přesné měření velmi tenkých vrstev ultrazvukem se používá metody matematické analýzy, která rekonstruuje signál na základě známého referenčního echa a určuje tloušťku vrstvy. Dokonce je možné rozlišit a měřit několik samostatných vrstev (např. základní barva, plnič, vrchní lak). Podmínkou je pouze dostatečný rozdíl v akustických vlastnostech jednotlivých materiálů tak, aby je dokázal přístroj rozeznat.

Postup měření

Nejprve je nutné sejmout referenční echo (odraz předsádky sondy na vzduchu). Poté se změří průběh signálu na měřeném materiálu. Přístroj Sursonic zobrazí dle zadaných parametrů tloušťku jednotlivých vrstev. Zároveň zobrazí výšku jednotlivých odrazových ech, která udává informaci o spolehlivosti měření a grafický průběh signálu.

Možné komplikace měření

Měření mohou ovlivnit následující faktory:

- ♦ podobné akustické vlastnosti sousedících vrstev (nedostatečné rozhraní = odraz signálu)
- ♦ příliš tenká vrstva (pod 5 mm)
- ♦ materiál vrstvy s příliš velkým útlumem
- ♦ nehomogenní vrstva z hlediska ultrazvuku (nehomogenní rychlost šíření ultrazvuku)
- ♦ nepřilnutí vrstvy (= vzduchová mezera)
- ♦ nerovnoběžnost mezi povrchem vrstvy a podkladového materiálu
- ♦ vrstva (např. lak) netvoří ostré rozhraní s podkladem (typické pro nátěry na dřevě - barva je částečně vsáklá do dřeva)
- ♦ problémy může způsobit metalická barva

Ultrazvuková sonda pro měření vrstev

Podmínkou co nejlepšího rozlišení měření (vyšší rozlišení znamená vyšší přesnost měření a menší minimální měřenou vrstvu) je co nejužší a nejostřejší echo. Toto zajišťují tzv. širokopásmové sondy o vysoké frekvenci. Vyznačují se jednak požadovaným co nejužším průběhem a jednak pouze jedním či dvěma vrcholy. Taková sonda poskytuje velmi ostré a čitelné referenční echo a matematickou analýzou je možné zrekonstruovat průběh přijatých odražených ech. Sonda je vybavena plastovou předsádkou, která zajistí optimální citlivost sondy. Přístroj Sursonic používá standardní ultrazvukovou širokopásmovou sondu s předsádkou o frekvenci 22 MHz.

Popis přístroje Sursonic

Přístroj Sursonic je nejnovější přístroj na trhu, který využívá výše zmíněný princip. Spojením s kapesním počítačem PDA pro matematické zpracování a ovládání se dosáhlo i výrazného snížení ceny oproti dřívějším modelům.

Přístroj Sursonic se skládá ze tří částí:

1) Měřicí přístroj

- obsahuje obvody pro generování ultrazvukového pulsu v sondě a pro vlastní měření časové vzdálenosti
- bezdrátové spojení s vyhodnocovací jednotkou

2) Ultrazvuková sonda

- generování vlastního ultrazvukového pulsu a příjem odraženého signálu

3) Vyhodnocovací jednotka - PDA

- ovládání přístroje (dotykový displej, OS Windows Mobile)
- matematická analýza referenčního a přijatého pulsu
- finální vyhodnocení tloušťky jednotlivých vrstev
- grafické znázornění průběhu pulsu
- záznam a popř. grafické znázornění měřených hodnot
- přenos dat do stolního PC - USB, Bluetooth

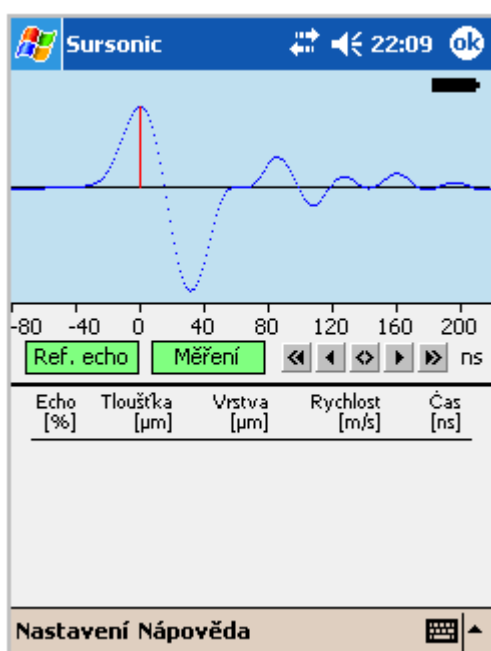
Při měření se bezdrátově přenášejí data z přístroje do PDA. Tzn obsluha má v ruce sondu a jednotku PDA, vlastní přístroj je třeba v kapse. Na displeji PDA jsou zobrazeny hodnoty jednotlivých naměřených vrstev.

PDA - kapesní počítač s operačním systémem Windows Pocket PC

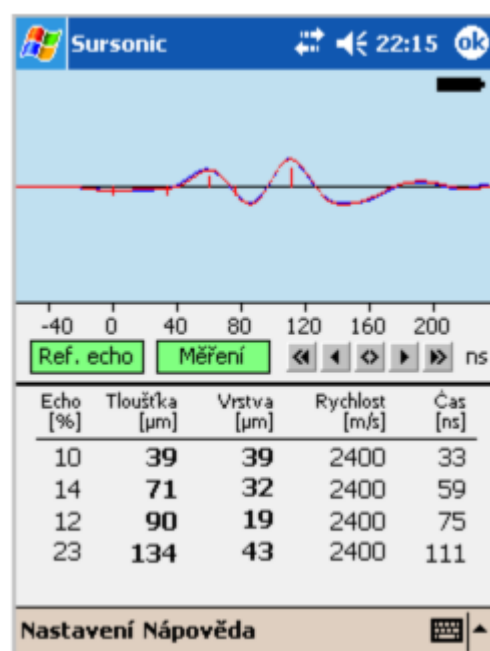
- slouží dle předchozího popisu jako ovládací a vyhodnocovací jednotka. Je ovšem možné jej využít rovněž pro záznam dat, jejich přenos do stolního PC a pro další úlohy, které nesouvisí s vlastním měřením - na PDA je možné nainstalovat software pro všechny běžné oblasti práce s počítači - tzn. Excel, Word, Outlook, prohlížeč obrázků, Acrobat Reader, elektronické knihy, kalkulačku, atd., je možné zajistit synchronizaci dat se stolním PC (popř. serverem).

Měřicí a vyhodnocovací software Sursonic

Software je navržen s ohledem na co nejjednodušší ovládání při běžných aplikacích a zároveň možnost nastavit všechny parametry měření během speciálních úloh. Následující obrázky reprezentují sejmuté referenční echo a průběh měření.



Sejmuté referenční echo



Čtyři vrstvy o celkové tloušťce 134 μm, tloušťka jednotlivých vrstev je 39, 32, 19, 43 μm

Přednosti Sursonicu

- ◆ max. počet vrstev (až 5)
- ◆ max. měřicí rozsah až 3.000 μm (platí pro rychlost ultrazvuku 2.400 m/s)
- ◆ min. měřená tloušťka 5 μm (platí pro rychlost ultrazvuku 2.400 m/s)
- ◆ pokročilý mód s možností plného ovládání všech funkcí
- ◆ vyhodnocení neznámých (i vícevrstvých) nátěrů v pokročilém módu - není třeba znát ani počet vrstev ani jejich předpokládanou tloušťku
- ◆ měření vrstev z rubové strany

Technická data Sursonic

Princip měření:	měření doby průběhu ultrazvukového impulsu vrstvou
Max. počet vrstev:	4 - 2.500 ns, 5 - 3.000 μm při rychlosti ultrazvuku 2.400 m/s
Měřicí rozsah:	4 - 2.500 ns, 5 - 3.000 μm při rychlosti ultrazvuku 2.400 m/s
Rozlišovací schopnost:	0,6 ns, 1 μm při rychlosti ultrazvuku 2.400 m/s
Rychlost ultrazvuku:	1.500 - 8.000 m/s
Kalibrace:	na známou tloušťku nebo rychlost šíření ultrazvuku možno pro každou vrstvu samostatně
Sonda:	s plastovou předsádkou, 20 MHz
Kompenzace tepelné roztažnosti předsádky:	manuální nebo automaticky
Napájení přístroje:	2 akumulátory AA
Napájení PDA:	Li-Ion akumulátor
Doba provozu:	cca 15h dle kapacity akumulátoru
Komunikace mezi přístrojem a PDA:	bezdrátově Bluetooth
Hmotnost přístroje:	170g včetně akumulátoru
Hmotnost PDA:	155g včetně akumulátoru

Přístroj je schopen měřit také tloušťku samotného materiálu bez vrstvy.

Obsah dodávky přístroje Sursonic

- ♦ měřicí přístroj
- ♦ sonda 22 MHz s předsádkou
- ♦ kabel k sondě
- ♦ akumulátory přístroje
- ♦ nabíječka akumulátorů
- ♦ PDA se základním softwarem a příslušenstvím (akumulátory, nabíječka, propojovací kabel PDA-PC)
- ♦ CD se softwarem Sursonic
- ♦ návod na obsluhu (ČJ)
- ♦ kalibrační protokol
- ♦ transportní kufřík