

# TAPASZTALATOK A KRAUTKRÄMER USD 10 ULTRAHANGOS VIZSGÁLÓKÉSZÜLÉKKEL

Fücsök Ferenc\*

## Bevezetés

A mikroprocesszor vezérlésű ultrahangos vizsgálókészülékek nemcsak gyorsabb és eredményesebb vizsgálatokat tesznek lehetővé, hanem új lehetőségeket is adnak a vizsgálótechnikának. Már olyan hordozható kézi vizsgálóberendezések is kaphatók, melyek számítógép vezérlésével automatikus vizsgálatokat is elvégeznek, melyeket eddig csak komplikált és drága gépek tudtak végrehajtani. Ebben a cikkben egy USD 10 ultrahangos vizsgálókészülékkel és egy IBM PC-vel szerzett tapasztalatokról számolunk be.

## A vizsgált lehetőségek

Az USD 10 és egy PC XT/AT együttműködését olyan kombinált feladatok vizsgálatával végeztük, melyek számítógép alkalmazásával gyorsabban és pontosabban oldhatók meg mint kézi módszerrel. Önkényesen két feladat megoldását választottuk ki: a dinamikus visszahangmagasság görbe (DVG) rajzolását és az elnyelési tényező mérését. Mindkét feladat megoldásánál a következő szempontok szerint vizsgáltuk az ultrahangos vizsgálókészülék tulajdonságait:

- a mérés megbízhatósága
- a mérés sebessége
- a programozható funkciók
- a kézi működtetések szükségessége
- a könnyű programozhatóság
- a gépkönyv információinak pontossága.

A vizsgálathoz szükséges mérési összeállítás nem tartalmazott különleges elemeket. A vizsgált USD 10 ultrahangos vizsgálókészüléken kívül egy IBM PC számítógép RS 232 C soros adatátviteli csatornával és a kettőt összekötő kábel alkotta a kísérleti berendezést.

Mindkét feladat megoldásánál kellemes tapasztalatokat szereztünk. A mérés sebessége messze felülmúlta várakozásunkat. A DVG rajzolásánál egy pont meghatározásához kevesebb mint egy másodperc kellett, beleértve az adatátvitelt is. A vizsgálóegység megbízhatósági vizsgálatánál 100 mérés végrehajtásához 47, az elnyelési tényező méréséhez és értékeléséhez átlagosan 36 s idő volt szükséges. Az USD 10 vizsgálókészülék minden funkciója vezérelhető számítógépről, ezért mérés közben kézi működtetésre nem volt szükség. A funkciók az

RS 232 C csatornán át egyértelműen elérhetőek, így a programozás egyszerű. Sajnos a gépkönyvben a programozásról szóló rész rövid, a könyv többi részéhez képest túlzottan tömör, és néhány értelemzavaró nyomda-hibát is tartalmaz.

A mérések megbízhatóságát az ultrahangos vizsgálóegység döntően befolyásolja. Ezért az USD 10 megbízhatóságát külön vizsgáltuk. A vizsgálathoz a képernyő 1/5–5/5 szintjeihez jelmaximumot állítottunk, úgy, hogy egy merőleges besugárzású vizsgálófejet egy 0,5 kg tömeggel rögzítettük a V1 etalonon. Az így kapott jel magasságát a képernyőmagasság 20, 40...99%-ában az ultrahangos vizsgálókészülék kérésre a számítógépnek szolgáltatja. Ezeket az értékeket egymás után 100-szor mértük és statisztikai módszerekkel értékeltük. Az 1. sz. táblázatban a különböző képernyőszintekhez tartozó átlagos képernyőmagasságot és a relatív szórást mutatjuk be.

Szint	Átlag	Relatív szórás
5/5	98,85	0,22 %
4/5	80,24	0,61 %
3/5	61,26	0,59 %
2/5	40,73	0,54 %
1/5	19,92	0,76 %

1. Az USD 10 megbízhatósági jellemzői

Több ultrahangos vizsgálókészüléket volt alkalmunk kipróbálni, és egy kivételével hasonló eredményeket mértünk. A legrosszabb készülék 1/5 skálamagasságánál 2,06% relatív szórást találtunk.

## A hangelnyelési tényező mérése

A hangelnyelési tényező mérésére és számítására egy programot fejlesztettünk, amely a következő képlettel számolt: [1]

$$\beta = \frac{1}{2d} (SE - SA) \quad \text{dB/m}$$

ahol:

- d a vizsgált anyag vastagsága
- SE két egymást követő visszhang amplitúdó viszonya, dB-ben mérve
- SA a hangszögár széttartása a távolságban
- S = 0, ha a mért anyagvastagság kevesebb mint a köztér fele

\* Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola, Budapest



Száz mérést tartalmazó mérési sorozatok után a program statisztikai jellemzőket is értékel. Főleg az átlag és a relatív szórás változásait kísértük figyelemmel.

A relatív szórás csökkentésére a három csúcs módszert alkalmaztuk. A hangelnyelési tényező méréséhez, mint az a képletből látszik, elegendő két egymást követő visszhang jelmagasságának mérése. A mérési pontosság növelése érdekében nem használtuk fel azt az adatot ahol az első és második visszhangmagasság különbsége két decibellel eltért a második és harmadik visszhangmagasság különbségétől.

### A hangelnyelési tényező mérésének tapasztalatai

Tapasztaltuk azt az ismert tényt, hogy az elnyelési tényező egy munkadarabon belül is nagyon változik. Különösen igaz ez a köztudomásúan inhomogén ausztenites acélokban. A **2. táblázat**ban egy X 10 CrNiNb 18 9 (DIN 17440) ausztenites acél hangelnyelési tényezőjének értékeit mutatja a lemez felületére merőlegesen, a hengereleési irányra keresztben és hosszirányban mérve. A relatív szórás viszonylag kis értékeket mutat, mert a 100 mérés közben a longitudinális hullámokat kibocsátó fej egy súlyterheléssel állandó helyen volt rögzítve.

Irány	A hangelnyelési tényező átl. [dB/m]			Relatív szórás [%]		
	2MHz	4MHz	6MHz	2MHz	4MHz	6MHz
Merőleges	23,8	36,3	60,1	5,21	2,77	2,79
Kereszt-irányú	11,4	29,9	40,5	3,22	2,72	2,0
Hossz-irányú	7,9	16,7	30,9	8,56	2,64	1,38

**2. A longitudinális hullámok hangelnyelési tényezője és relatív szórása egy X 10 CrNiNb 18 9 (DIN 17440) ausztenites acélban a hangfrekvencia és a terjedési irány függvényében**

Az acél hangelnyelési tényezőjét 10 MHz frekvenciával is próbáltuk mérni, de a második visszhangjel már nem emelkedett ki a szemcsejelek közül.

A **3. táblázat** egy 17 Mn 4 (DIN 17155) jelű szénacél hangelnyelési tényezőjét mutatja a frekvencia és a hang terjedési irányának függvényében. Az értékek természetesen lényegesen kisebbek, de a relatív szórás hozzávetőlegesen azonos az ausztenites acéléval. Ezt az azonos mérési módszer magyarázza.

	A hangelnyelési tényező átl. [dB/m]				Relatív szórás [%]			
	Hangfrekvencia MHz-ben							
	2	4	6	10	2	4	6	10
Merőleges	8	17	21	25	4,97	1,81	2,19	3,84
Keresztstír.	5	12	17	22	3,06	3,07	3,14	2,97
Hosszstír.	2	3	6	14	8,64	4,30	3,13	4,51

**3. A longitudinális hullámok hangelnyelési tényezője és relatív szórása egy 17 Mn 4 (DIN 17155) szénacélban a hangfrekvencia és a terjedési irány függvényében**

A **4. táblázat** ugyanannak a szénacélnak az adatait mutatja. A kissé eltérő hangelnyelési tényező és a lényegesen nagyobb relatív szórás értékeket az okozta, hogy minden öt mérés után mozgattuk az adófejet, és így az egész rendelkezésre álló felületen végeztünk méréseket.

	A hangelnyelési tényező átl. [dB/m]				Relatív szórás [%]			
	Hangfrekvencia MHz-ben							
	2	4	6	10	2	4	6	10
Merőleges	6	14	21	28	36,95	25,52	14,56	16,70
Keresztstír.	4	10	15	23	40,33	16,08	16,15	23,37
Hosszstír.	*	4	7	12	*	17,96	7,82	9,93

\* A zavaró jelek miatt a mérés értékelhetetlen volt

**4. A longitudinális hullámok hangelnyelési tényezője és relatív szórása egy 17 Mn 4 (DIN 17155) szénacélban a hangfrekvencia és a terjedési irány függvényében, mozgatott fejjel mérve**

### Következtetések

Jellemző eltérés mutatható ki egy anyagban a hangelnyelési tényező értékében, amennyiben azt a besugárzási irány függvényében vizsgáljuk. Ha van egy pontos vizsgálóberendezésünk, mint például az USD 10, akkor roncsolásmentes módszerrel tudjuk utólag is ellenőrizni a munkadarabok vagy próbatestek anyagának hengereleési irányát.

A 4. táblázatban látható nagymértékű irányfüggés és nagy relatív szórás véleményünk szerint arra figyelmeztet, hogy a hangelnyelési tényező mérését nagy gonddal kell végezni, mert a különböző irányban meghatározott értékek más sugárzási irányokban már közelítőleg sem igazak. Így, ha bármilyen ultrahangos mérést végzünk, amiben a hangelnyelési tényezőnek is szerepe van ezt az adatot irányfüggően kellene figyelembe venni.

### Köszönetnyilvánítás

Kérem, hogy a WILHELM Kft. és az ERŐKAR Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Laboratóriuma fogadja köszönetemet, hogy kölcsönzéseikkel lehetővé tették méréseim elvégzését. Külön köszönet illeti Patakfalvi Edét, hogy hideg téli estéken éjszakába nyúlóan volt türelme velem együtt nézni a számítógépen végtelen sorokban futó mérési eredményeket.

911 009 003

### Hivatkozás

[1] J. H. KRAUTKRÄMER: Ultrasonic Testing of Materials. Second Edition Springer 1977. p. 588.



**Forgalmazunk illetve gyártunk anyagvizsgáló és diagnosztikai műszereket. Kezelői betanítással, magyar nyelvű gépkönyvvel. Kívánságára az Ön telephelyén adjuk át a berendezéseket. Későbbiekben is biztosítjuk a tartozékok utánpótlását. Sok műszert raktáron is tartunk, ezek közül jelenleg a következőket tudjuk azonnal átadni:**

## **Ultrahangos vizsgálókészülékek: (Krautkrämer gyártmány)**

<b>DME</b> digitális kijelzésű falvastagságmérő, csövek, tartályok, lemezek vastagságának mérésére, DA 301 mérőfejjel és kábellel	350.000,- Ft + ÁFA
<b>DME/DL</b> digitális kijelzésű falvastagságmérő, helyszínen felvett 3000 mérési adat tárolására alkalmas. DA 301 mérőfejjel és kábellel	450.000,- Ft + ÁFA
<b>Microdur-2</b> digitális kijelzésű mikrokeménységmérő, terhelőerő 5 N, lenyomat: 5–8 $\mu\text{m}$ , mérés HB, HV, HRc szerint, 3000 mérési adatot tárol	1.200.000,- Ft + ÁFA
<b>USK 7S</b> vizsgálókészülék rudak, bugák, tengelyek, hegesztési varratok vizsgálatára alapkészülék	850.000,- Ft + ÁFA
<b>UH1</b> hitelesítő etalon	20.700,- Ft + ÁFA
<b>UH2</b> hitelesítő etalon (szögfejekhez)	10.925,- Ft + ÁFA
<b>UH3</b> lépcsős etalon (nagy)	5.980,- Ft + ÁFA
<b>UH4</b> lépcsős etalon (kicsi)	4.830,- Ft + ÁFA
<b>Rockwell</b> keménységösszehasonlító lap OMH hitelesítéssel HRc 60 alatti érték	5.865,- Ft + ÁFA
HRc 60 feletti érték	6.555,- Ft + ÁFA
<b>Etalon</b> örvényáramos vizsgálatokhoz	2.100,- Ft + ÁFA

## **Egyéb anyagvizsgáló műszerek:**

<b>MHK-4</b> örvényáramos repedésvizsgáló készülék (TESTOR gyártmány), felületi repedések kimutatására (festett réteg alatt is) Alapkészülék	48.300,- Ft + ÁFA
Mérőszondák: FE, NFE, AUST típusok	6.980,- Ft + ÁFA
<b>ZORN</b> -féle keménységmérő	6.000,- Ft + ÁFA
<b>Universal UHM</b> keménységmérő	78.000,- Ft + ÁFA

## **Infravörös távhőmérsékletmérők:**

<b>COMET - 1000</b> mérési tartomány: +600...+3000 °C	400.000,- Ft + ÁFA
<b>COMET - 8000</b> mérési tartomány: -50...+1000 °C	400.000,- Ft + ÁFA

## **Egyéb műszerek:**

<b>SPM TAC-10</b> fordulatszám-mérő digitális kijelzéssel (kerületi sebességmérő, fordulatszám mérésére érintés nélkül és érintéses módszerrel)	90.000,- Ft + ÁFA
<b>SPM EMC-11</b> motorvizsgáló villamos motorok és más háromfázisú berendezések ellenőrzéséhez	124.000,- Ft + ÁFA
<b>Mitutoyo Surftest 211</b> felületi érdességmérő (digitális kijelzés)	201.000,- Ft + ÁFA

**Több tétel megrendelése illetve készpénz fizetés esetén árengedményt adunk. Várjuk szíves megrendelésüket!**