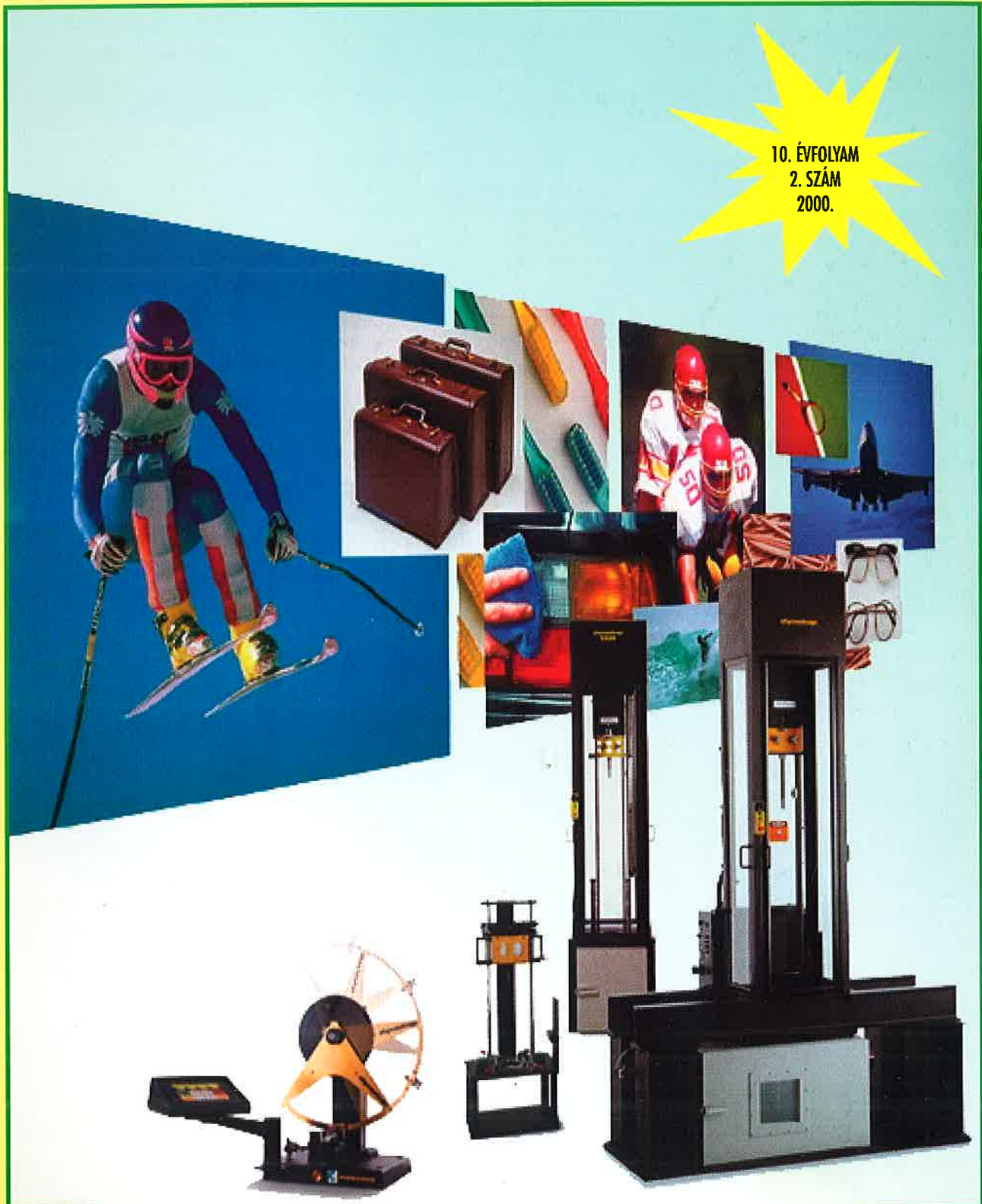


NYOMTATVÁNY

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

10. ÉVFOLYAM
2. SZÁM
2000.



„ALAPÍTVÁ: 1989”

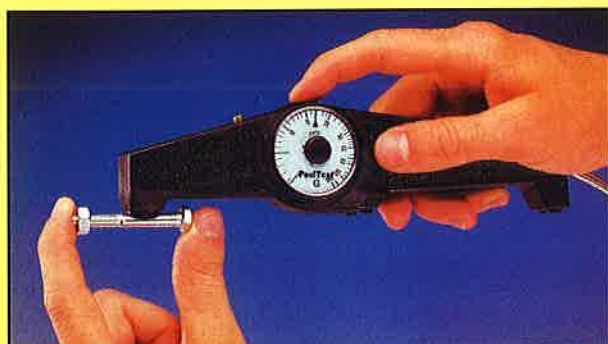
ISO 9002

TESTOR

ANYAGVIZSGÁLAT – MÉRÉSTECHNIKA

Rétegvastagság-mérők a Testortól

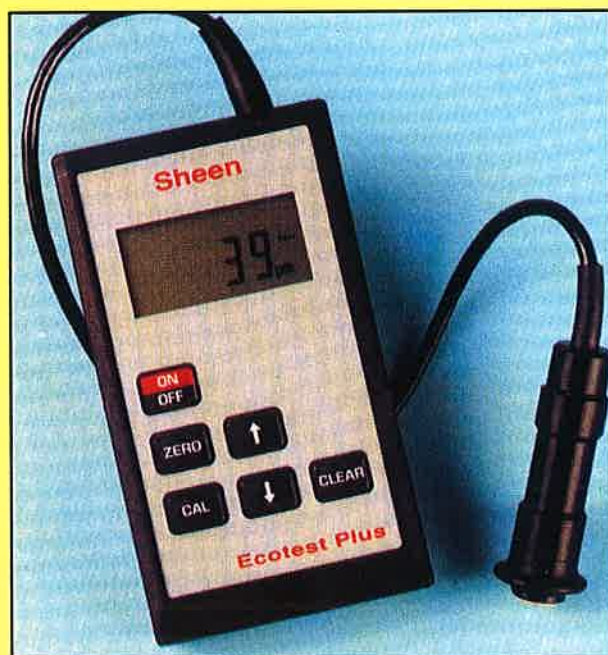
Positest 'Banana' F



Típusok	Méréstartomány	Pontosság
S 200	0–200 μm	$\pm 1 \mu\text{m}$ 20 μm -ig, felette $\pm 5\%$ a mért értékre v.
S 2000	0–2000 μm	$\pm 5 \mu\text{m}$ 100 μm -ig, felette $\pm 5\%$ a mért értékre v.

Egyszerű, állandó mágneses készülék acél alapon történő méréshez

Ecotest Plus



Típusok	Méréstartomány	Pontosság
SE 1000F	0–3000 μm	$\pm 2 \mu\text{m}$ vagy 3%
SE 1000N	0–2000 μm	$\pm 2 \mu\text{m}$ vagy 3%
SE 1000FN	0–2000 $\text{m}\mu(\text{F})$, 0–2000 $\text{m}\mu(\text{N})$	$\pm 2 \mu\text{m}$ vagy 3%

Digitális elemes készülék mágnesezhető (F), vagy nem mágnesezhető (N), vagy mindkét (FN) alapon történő méréshez. A készüléket kalibráló (nem kalibrált) fóliakészlettel szállítjuk. Amennyiben igényli, úgy kalibrált fóliakészletet vagy egyedi fóliákat szállítunk.

TESTOR BT.

Budapest XII., Meredek u. 33. · 1538 Budapest, Pf. 528. · Tel.: 319-1-319 · Fax: 319-2284

www.testor.hu · info@testor.hu

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén
Budapest XII., Meredek u. 33.
1538 Budapest, Pf. 528.
Telefon: 319-4782
Telefax: 319-2284
E-mail: info@testor.hu
Internet: www.testor.hu

Felelős szerkesztő:
dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:
dr. Borbás Lajos
Fücsök Ferenc
dr. Havas István
dr. Koczor Zoltán
Ruzicska György
dr. Pólos László
dr. Tóth László

Kiadja:
TESTOR BT.

Felelős kiadó:
Szappanos György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj a 2000. évre:
(1–4. szám): 2.100,- Ft
Előfizethető közvetlenül a kiadónál, illetve postautalványon, vagy átutalással, az EKB 13–00–0017/102 65712 szla. számon. Az előfizető csekken a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják be az előfizetésre vonatkozó időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:

KÁNAI NYOMDA Kft.
1225 Budapest, Kolozsvári utca 67.
Felelős vezető: Kánai József

Előkészítés: **PC-PRINT BT.**
Tel.: 205-6399

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215–8410

Felragyogott a szellem napvilága

Ritka, felemelő pillanatai közéletünknek, amikor a mindennapok felszínére telepedő s a lényegét eltakaró – sokszor szándékosan is keltett – ködfüggönyt át-át törve felragyog a szellem napvilága. Ennek fényében, ha sajnos csak rövid időre is, megláthatjuk az emberi tudás és tisztesség évszázados hiteles mércéjén mérhető, a társadalom boldogulását és felemelkedését szolgáló valódi értékeinket és létrehozóikat, akikkel jó érzéssel és büszkén vállalhatunk sorsközösséget s akiknek törekvéseit követendő példának állíthatjuk mindannyiunk elé.

Ilyen élményt adó esemény volt április 2-a, amikor első ízben adták át a magyar tudomány nemzetközi mércével is kimagasló eredményt elért legkiválóbbjai elismerésére alapított **Bolyai János Alkotói Díj** kitüntetését a díjhoz méltó módon megszervezett ünnepség keretében a Budapest Kongresszusi Központban.

A rangos kitüntetést **Freund Tamás** akadémikus, neurobiológus agykutató vehette át a díjbizottság elnökétől, Göncz Árpád köztársasági elnöktől.

A díj névválasztása annak rangját is meghatározza. Hisz' a magyar nép géniusza a tudomány területén a geometriában kopernikuszi fordulatot végrehajtott tudósunkban öltött testet – mondta Szentágothai János akadémikus 1990-ben, a Bolyai János Alapítvány megalapításakor. Ehhez kapcsolódtak a *díj alapítói* 1997-ben – *Somody Imre és felesége, Lantos Csaba és Karsai Béla* –, akik két évente ötvenezer dollárral támogatják magánvagyonukból a díjra érdemes kutatókat.

A Bolyai-díj átadásának eseménye azért kiemelkedő a március idusán már hagyományos és ugyancsak rangos, a tudományos és művészeti teljesítményeket elismerő Széchenyi- és Kossuth-díjak, vagy a keresett termékekben testet öltött szellemi értéket elismerő Magyar Innovációs Nagydíj átadásának ünnepi pillanataitól, mert a Bolyai-díj mögött a reformkor szellemét és példáját tisztelő és követő tudósok, értelmiségiek és magánvállalkozók önzetlen és példaértékű összefogása áll.

Lehofer Kornél

Mérési és vizsgálati eredményeink megbízhatósága

Ez mint alapvető kérdés és feladat állt a *Hitelesítés és kalibráció az anyagvizsgáló laboratóriumban* címmel megrendezett *szeminárium* középpontjában, amelyet a Gépipari Tudományos Egyesület Anyagvizsgáló Szakosztálya – az OMFB és az ABB Alstom Power Hungária Rt. támogatásával – szervezett április 19-én az MTESZ Budai Technika Házában.

A mérő- és vizsgálóeszközök pontosságának meghatározása és bizonyítása régi társadalmi igény, amelynek a kielégítését szolgálja egyrészt az államilag felügyelt hitelesítés, másrészt – és szakterületünkön ez a számottevő – a kalibrálás. E feladatkörök szakszerű ellátásához – érvényesítve a törvényekben, a szabályzatokban és a szabványokban előírtakat – folyamatosan figyelembe kell venni azokat az alapvető változásokat, amelyeket a korszerű elektronika és számítástechnika eredményez a mérő- és vizsgálóeszközök felépítésében.

A témakör fontosságára tekintettel lapunk jelen számát a szemináriumon elhangzott előadások alapján szerkesztettük az előadók önzetlen közreműködésével, amelyért ezúton is kifejezzük hálás köszönetünket.

A szerkesztőbizottság

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUATITÄTSSICHERUNG*Fücsök Ferenc:*

A hitelesítés és a kalibráció szerepe az anyagvizsgáló laboratóriumok életében

Role of graduation and calibration in life of the material testing laboratories

Rolle der Eichung und Kalibration in Leben der Materialprüfungslaboratorien 39

Majoros András, Csapó Péter:

Kalibráció a roncsolásos anyagvizsgálat gyakorlatában

Calibration in practice of the destructive material testing

Kalibration in Praktik der zerstörungsprüfungen von Materialien 43

Kubis József:

Keménységi etalonok gyártása

Production of standards for hardness test

Herstellung der Eichproben für Härtemessungen 46

Lenkeyné Bíró Gyöngyvér:

Hagyományos és műszerezett ingás ütőgépek hitelesítése és kalibrálása

Graduation and calibration of the traditional and instrumented pendulum impact machines

Eichung und Kalibration der traditionell und instrumentierten Pendelschlagwerken 47

Kocsis József, Gillemot László:

Kalibrálás különleges viszonyok figyelembevételével és a kalibrált eszközök nyilvántartási rendszere

Calibration in special circumstances and recording system of the calibrated measuring instruments

Kalibration unter besonder Umständen und Registersystem der kalibrierte Meßinstrumente 50

Szűcs Pál:

Kalibráció a roncsolásmentes anyagvizsgálat gyakorlatában

Calibration in practice of the non-destructive material testing

Kalibration in Praktik der zerstörungsfreie Materialprüfungen 52

Harnisch József: Hozzászólás – Remarks – Diskussionsbeitrag 55*Dénes Gábor:*

Látásvizsgálat: Jaeger-teszt kontra Csapody-tábla

Sight test: Jaeger test versus Csapody table

Sehenprüfung: Jaeger-Test Kontra Csapody-Tafel 55

Balogh Kálmán:

Számítógépes vezérlő- és mérőberendezések, 1. rész

Computerized control and measuring instruments, Part 1

Rechnersteuerungs- und Rechnermeßinstrumente, 1. Teil 56

Narancsik Zsolt:

Szoftverrel vezérelt berendezések kalibrációja

Calibration of software controlled equipments

Kalibration der software-gesteuerte Anlagen 59

HÍREK – NEWS – NACHRICHTEN 42, 60, 64**ANYAGOK – MATERIALS – MATERIALEN***Czigány Tibor, Romhány Gábor:*

Polimer gépszerkezeti elemek dinamikus vizsgálata

Dynamic investigation of polymer machine parts

Dynamische Prüfung der polymer Maschinenelement 61

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMUNG

Új, érvényes szabványok – New valid standards – Neue gültige Norm 65

KÖNYVISMERTETÉS – BOOK REVIEW – BUCHBESPRECHUNG 66**ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER** 68

A hitelesítés és a kalibráció szerepe az anyagvizsgáló laboratóriumok életében

Fücsök Ferenc

Minden laboratóriumban a használt mérő- és vizsgálóberendezések megbízható működése érdekében mérőeszköz-felügyeleti rendszert kell működtetni. Ezt a felügyeletet elsősorban az igényes munka követelményei diktálják, és az ügyfelek kéri számon. Az akkreditált laboratóriumban a korrekt és bizonyítottan működő felügyeletet az ügyfelek helyett a vonatkozó szabványok alapján dolgozó, független felülvizsgáló auditortok is ellenőrizhetik és igazolhatják.

A pontos méréseket a vizsgált termékre vonatkozó törvények írják elő. Ezen kívül fontos az állam, illetve a hatóságai által számon kért szabályzatok, kötelezően használt szabványok előírásrendszere. Adott esetben ugyanilyen fontos a magánjogi szerződésekben leírt megállapodások, a bennük hivatkozott szabványos és nem szabványos követelmények is.

A mérőeszköz-felügyeleti rendszer kalibrálásból, hitelesítésből, és ezeket kiegészítő tevékenységekből áll. A legfontosabb alapfogalmak tisztázása után pontosan kell ismernünk, hogy mi a hasonlóság és a különbség a hitelesítés és a kalibráció között. Nem kell fontossági sorrendet felállítani, hanem meg kell határozni mindkét ellenőrzési módszer helyét a laboratóriumok életében, hiszen minden mérési tevékenységük igényli az ellenőrzött műszerek használatát, de az sem közömbös, hogy ez az ellenőrzési rendszer mennyibe kerül.

Alapfogalmak

Az előírásrendszer ismertetése előtt tisztázni kell, hogy pontosan mit is értünk egy-egy fogalom alatt. Ez a tisztázás különösen akkor fontos, ha az adott szót kissé, esetleg nagyon eltérő tartalommal használjuk a mindennapi életben is.

Kezdjük a címben szereplő két fogalommal:

A **hitelesítés** valamely ténynek közhitelű bizonyítása. Hitelesítésre az arra törvény szerinti illetékes hatóságok hivatottak [1]. Ebbe a fogalomba beletartozik az aláírások, szerződések, bizonyítványok hitelesítése ugyanúgy, mint a mérőeszközök hitelesítése is. Bár ez utóbbira külön is találni definíciót.

A **mérőeszköz hitelesítése** hatósági tevékenység annak megállapítására, hogy a meghatározott mérőeszközök pontosságban és egyéb jellemzőkben megfelelnek-e a rájuk vonatkozó mérésügyi és hatósági előírásoknak. E tevékenység hitelesítési vizsgálatból, bélyegzésből és okmány kiadásából áll. A hitelesítésre kötelezett eszközöket meghatározott időközönként, illetve minden javítás, változtatás után újból hitelesíteni kell [2].

Erre a közhitelű tanúsításra Magyarországon a mérésügyi törvény [5] szerint az Országos Mérésügyi Hivatal (OMH) van felhatalmazva.

Mindezek alapján egyértelmű, hogy a hitelesített mérőeszközökkel meghatározott eredményekért az állam áll jól. Bizonyára a Hivatal jó munkájának köszönhetően még nem volt példa arra, hogy az ilyen eredményeket valaki vitatta volna.

A **kalibrálás** műveletek összessége, amelyekkel előírt feltételek mellett megállapítható az összefüggés

– a mérőeszköz, vagy a mérőrendszer által jelzett, illetve
– a mérték vagy az anyagminta által megvalósított érték,
és az etalonnal megvalósított megfelelő érték között [3]. (A [3] forrásnál könnyebben elérhető magyarul a [4] metrológiai értelmező szótár, amiből a következőkben is idézünk még.)

A meghatározás tehát nemcsak egy műszerről szól, hanem mérőrendszer, reprodukáló mérték vagy egy anyagminta is kalibrálható.

A kalibrálás jellemzői továbbá:

– A kalibrálás eredménye lehetővé teszi, hogy meghatározzuk az értékmutatások korrekcióját.

– A kalibrálás során egyéb metrológiai jellemzők is meghatározhatók, például a befolyásoló mennyiségek hatása.

– A kalibrálás eredménye mint *kalibráló tényező* vagy mint *kalibrációs görbe* is megadható.

– A kalibrálás eredménye a kalibrálási bizonyítványban vagy a kalibrálási jegyzőkönyvben mint dokumentumban rögzíthető.

A pontos és részletes definíciók ismeretében is elég nehéz megtalálni a hitelesítés és a kalibrálás közti hasonlóságot és különbözőséget. Először talán a hasonlóságot nézzük, mivel ebből van a kevesebb.

Hitelesítéskor és kalibráláskor is összehasonlítják a mérőeszköz értékmutatását egy megfelelően pontosnak nyilvánított etalon értékével. A megfelelő pontosság itt azt jelenti, hogy az etalon legalább egy nagyságrenddel pontosabb, mint az ellenőrzött eszköz.

A hitelesítés és a kalibrálás eredménye egy bizonyítvány vagy jegyzőkönyv. Az ezekben rögzített eredmények meghatározásának nyilvános vizsgálati rendje van. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell az érvényes dokumentumok azonosítóit is, amelyek a visszavezethetőséget bizonyítják.

A minősített mérőeszközön olyan jelzést, bélyegzést helyeznek el, melyek könnyen felismerhetővé teszik az ellenőrzött állapotot. A hitelesítési jelzések általában tartalmazzák a hitelesítés lejáratú dátumát, a kalibrálási jelek pedig a kalibrálási jegyzőkönyvek jelét, számát stb.

Ez utóbbi megjegyzések már át is vezetnek a lényegesen nagyobb különbözőségekre. Első megállapítás, hogy a hitelesítés jogilag magasabb rendű ellenőrzési forma. Ahol a törvény [5] előírja a hitelesítést, ott ez bármilyen szigorú kalibrálással sem helyettesíthető.

Eltérés van a tevékenységek végrehajtója között is. A kalibrálást, ha a megfelelő feltételeket biztosítják, mindenki elvégezheti magának, de elengedhetetlen követelmény, hogy a visszavezethetőséget igazolni tudja. Ha valaki kevés mérőeszköze kedvéért nem akar bajlódni a kalibrálási körülmények biztosításával, akkor ezt mint szolgáltatást megrendelheti egy meghatalmazott (akkreditált) kalibráló-laboratóriumnál is. Az akkreditálási tevékenységet Magyarországon a NAT végzi.

Hitelesítést csak a törvényben megnevezett hatóság, az Országos Mérésügyi Hivatal végezhet, amiért, mint a hatósági tevékenységekért általában, meghatározott díjat számítanak fel. A kalibrálás díja viszont szabadpiaci áralku kérdése.

A kiállított bizonyítvány tartalmában is lényeges a különbség. A kalibrálási jegyzőkönyv csak a pillanatnyi állapotot tükrözi, de hogy az valamilyen előírásnak megfelel-e, azt nem kell tartalmaznia. A hitelesítési bizonyítvány a mérés technikai tulajdonságokon kívül tanúsíthatja bizonyos hatósági követelmények teljesülését is.

A bizonyítványok érvénytartamában is van a különbség. A kalibrálás eredménye egy pillanatnyi állapotot rögzít, és nincs törvényben előírt lejárat. Különböző körülmények között alkalmazott mérőeszközök újrakalibrálási időközzeit a felhasználó maga határozhatja meg. Ebben természetesen gazdasági szempontokra is figyelemmel lehet a metrológiai követelmények mellett. A kérdés fontosságára tekintettel az OMH irányelvet adott ki [6], amelyben rögzíti, hogy milyen szempontokat, hogyan vegyen figyelembe a mérőeszköz tulajdonosa a kalibrálás gyakoriságának meghatározásánál.

A hitelesítés érvénytartama a törvény mellékletében meghatározott időtartamra szól. Ennek elvi alapja, hogy a Hivatal minden Magyarországon gyártott, vagy az országba behozott, hitelesítésre szánt mérőeszközt típusvizsgálatnak vet alá, és ezzel meghatározza a műszer

hosszú idejű bizonytalanságát. Azt a problémakört most ne részletezzük, hogy a hosszú idejű bizonytalanságot is bizonyos valószínűséggel (pl. 95%) határozzák meg.

A hitelesítés és a kalibrálás különbözőségeiből adódik, hogy az ellenőrzés közben megállapított mérési hiba azonos eszköz esetén is különböző lesz. A kalibrálás által meghatározott hiba pillanatnyi állapotot ad meg: „ma ennyi az eltérés a helyes értéktől”. A hitelesítéskor meghatározott mérési hiba általában nagyobb, mint a kalibrálásé, mert tartalmazza a hosszú idejű bizonytalanságot is: „ma az eltérés nem nagyobb, mint ... és várható, hogy az újrahitelesítésig sem lesz több.”

A hitelesítéssel és a kalibrálással meghatározott pontosság közti összefüggést képletszerűen a következők szerint írhatjuk le [7]:

$$\text{HITELESÍTÉSI PONTOSSÁG} = \text{KALIBRÁLÁSI PONTOSSÁG} + \text{HOSSZÚ IDEJŰ BIZONYTALANSÁG}$$

A felsorolt különbözőségek alapján, azt hiszem, senki sem próbál fontossági sorrendet felállítani a hitelesítés vagy a kalibrálás javára. Mindkét különböző, egymást kiegészítő mérőeszköz-felügyeleti módszer a maga területén helyénvaló.

Az eddigi gondolatsorban előfordult néhány definíció, amit pontosítani kell. Tisztázzuk először a kalibrálási eszközök visszavezethetőségét.

A visszavezethetőség a mérési eredményeknek, vagy az etalon értékének az a tulajdonsága, hogy az ismert bizonytalanságú összehasonlítások megszakítatlan láncolatán keresztül kapcsolódik meghatározott referenciákhoz, általában az országos vagy nemzetközi etalonhoz [4]. A nemzetközi etalonok jelentősége az elmúlt években egyre növekszik, mivel a külföldi tulajdonos vagy megrendelő nem a magyar országos etalonra vezetteti vissza mérőeszközét. Ez is a globalizáció egyik jele.

Ezt a kemény és korrekt követelményt kell a kalibráló-laboratóriumnak, vagy a saját műszert kalibráló vizsgáló-laboratóriumoknak teljesíteni. A visszavezethetőséget jegyzőkönyvek bizonyítják, melyekre az adott ellenőrzést igazoló bizonyítványban illik hivatkozni.

Mindennapi munkánkban, ha mérést végzünk, gyakran használjuk egy mérettel kapcsolatban a valódi érték kifejezést. Az értelmező szótár [4] szerint a **valódi érték** a konkrét mennyiség definíciójának megfelelő értéke. A gyakorlat számára ez a meghatározás azt jelenti, hogy a valódi érték természetéből következően általában meghatározhatatlan, egy tökéletes mérés során adódó érték lenne. A gyakorlatban általában meggye-zünk valamilyen lehető legpontosabb értékben. Ezt a konvencionális valódi értéket **helyes értéknek** nevezzük, valamely konkrét mennyiségnek tulajdonított, gyakran meggye-zés alapján elfogadott olyan érték, amely az alkalmazás céljának megfelelően kis bizonytalanságú [4]. A helyes érték meghatározásához általában több mérést végzünk és az elfogadott szabályok alapján (szélsőséges értékek törlése, átlagolás, szórási meghatározás stb.) számítjuk ki.

Gyakran használt ellentétes, de összekapcsolt fogalmak a mérési hiba és a pontosság. **Mérési hibának** nevezzük a mérési eredmény és a mérendő mennyiség helyes (konvencionális valódi) értékének különbségét. Ha meghatározzuk, egy + vagy – számot kapunk.

A **mérési pontosság** a mérési eredmény és a mérendő mennyiség valódi (helyes) értéke közötti egyezés mértéke [4]. A pontossággal a mérés minőségét jellemezzük, valamilyen viszonyzámmal, általában %-os kifejezéssel. (Magyar nyelven talán helyesebb lenne a pontatlanság kifejezés, mert fogalmilag ezt jelenti.)

A **mérési pontosságra** hibás szinonim kifejezéssel sokszor a precizitás szót is használják. Legegyszerűbb, ha a **precizitást metrológiai fogalomként nem használjuk**. Idegen nyelvekben is igyekezzünk elkerülni.

Az alapfogalmak áttekintésének itt vessünk véget. A nem részletezett fogalmakra kíváncsiaknak ajánljuk az említett értelmező szótár tanulmányozását. A hitelesítés és kalibrálás összehasonlítását a következő táblázatban foglaltuk össze.

A hitelesítés és a kalibrálás összehasonlítása

Jellemzők	Hitelesítés	Kalibrálás
Törvényi háttér	1991. évi XLV. törvény a mérésügyről	
Fogalma	Halósági tevékenység, hogy a mérőeszköz pontosságban és metrológiai jellemzőkben megfelel-e az előírásoknak.	Műveletek összessége, hogy megállapítsuk az összefüggést a mérőeszköz jelzése és az etalon értéke között.
Érvényességi köre	Csak a 127/1991. (X.9.) Korm. rendelettel előírt kötelezően hitelesítendő mérőeszközök.	A hitelesítésen kívül minden mérőeszköz, amellyel ellenőrzött mérést kell végezni.
Időtartama	A törvény vagy az OMH által meghatározott.határozza meg.	Nincs, az eszköz tulajdonosa
Elvégzője	Országos Mérésügyi Hivatal	Tulajdonos, használó vagy akkreditált szolgáltató.
Jellemzője	Jóslás: ma az ellérés a helyes értéktől: és várható, hogy meghaladózt ideig sem lesz több.	Pillanatkép: ma az ellérés a helyes értéktől:
Tipusvizsgálat	OMH elvégzi az ilthon gyártott vagy importált eszközökre.	Nem kell.
Hosszú idejű bizonytalanság	A hitelesítési bizonyítvány tartalmaz hosszú idejű bizonytalanságot.	A kalibrálási bizonyítvány nem tartalmaz hosszú idejű bizonytalanságot.

Hitelesítés az anyagvizsgálatban

Az alapfogalmak áttekintése után röviden összegezzük, hogy miről szól a mérésügyi törvény [5] és mit mond az anyagvizsgáló eszközökről.

A törvény hatálya hazánk területén a mérésügyi szervezet tevékenységére, a mértékegységek használatára és a joghatással járó mérések-re terjed ki.

A mérésügyi szervezet az Országos Mérésügyi Hivatal, amelynek legfontosabb feladata a mérések nemzetközi egységességének és pontosságának biztosítása. Az ehhez szükséges hatáskört és eszközöket a törvény biztosítja.

A mérésügyi törvény rendelkezik az SI mértékrendszer használatáról. Tételezen felsorolja a használható SI és az SI-n kívüli, de törvényes mértékegységeket is. Már csak ezért is nehezen elképzelhető, hogy ne vegyük figyelembe előírásait.

A törvény 6. paragrafusában arról rendelkezik, hogy joghatással járó mérést csak a mérési feladat elvégzésére alkalmas, hitelesített vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőberendezéssel szabad elvégezni. A nem jogász végzettségű szakembereknek tisztázzuk: a mérés akkor jár joghatással, ha eredménye állampolgárok vagy jogi személyek érdekeit érinti, különösen, ha:

- mennyiség és/vagy minőség tanúsítására,
- szolgáltatás és ellenszolgáltatás mértékének megállapítására,
- hatósági ellenőrzésre és bizonyításra használják, továbbá, ha
- élet- és egészségvédelem,
- környezetvédelem és vagyonvédelem területén alkalmazzák.

A fenti meghatározás alapján nehéz elképzelni olyan anyagvizsgálati feladatot, amelyiket bárki ne tudna a joghatással járó mérések közé besorolni.

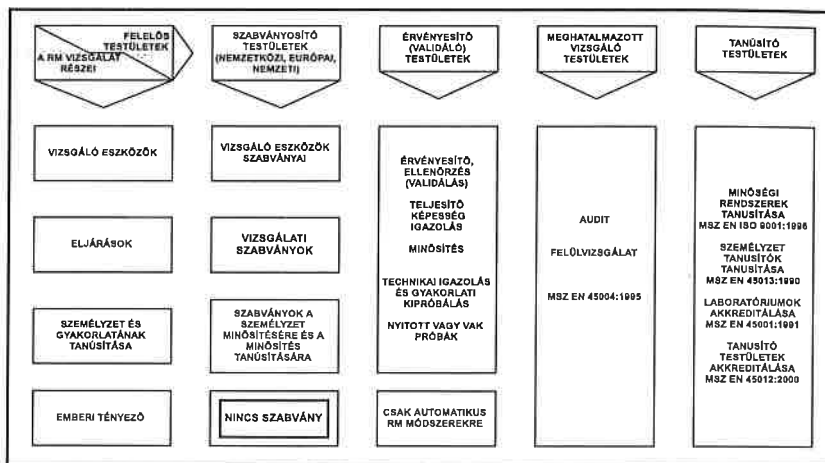
A törvény rendelkezik a kötelező hitelesítésű mérőeszközökről, és mellékletében felsorolja, hogy mely eszközöket kell hitelesíttetni. Anyagvizsgálati szempontból ezek a következők:

- hosszúság- és tömegmérő eszközök,
- anyagvizsgáló gépek és készülékek (szakító, nyomó, hajlító, törő),
- keménységmérő gépek és keménységi behatolótestek (HRC, HV),
- nyomásmérő eszközök,
- fényűrűség- és megvilágításmérők,
- sugárfizikai mérőeszközök.

Ha a roncsolásos és roncsolásmentes anyagvizsgáló laboratóriu-

mokban használt eszközök sokféleségére gondolunk, könnyen belátható, hogy hitelesíteni a műszereink csekély töredékét tudjuk. Pedig a mindennapi élet számára ez az egyszerűbb: bármi lehet a törvényre hivatkozni, és nem kell felelősséget vállalni, például a hitelesítési gyakoriság meghatározásáért. Az Országos Mérésügyi Hivatalnak pedig nemcsak joga, hanem kötelessége is a megrendelt hitelesítések elvégzése. Megbízható hírek szerint az Európai Unióban még a felsoroltaknál is kevesebb eszközt hitelesítenek, és a készülő törvénymódosítás ennek szellemében fog rendelkezni.

Ismételten hangsúlyozzuk, hogy a hitelesítésbe bevont anyagvizsgáló eszközök ellenőrzése egyszerűbb, mert a törvény tiszta helyzetet teremt, és az OMH köteles az előírt hitelesítéseket hatósági áron elvégezni. Itt nem szükséges az anyagvizsgáló döntése és felelősségvállalása.



1. ábra. A roncsolásmentes vizsgálatok minőségügyi infrastruktúrája

A mérőeszköz-ellenőrzés szükségessége az anyagvizsgálatban

A hitelesítés áttekintése után összegezzük azt az előírási rendszert, ami a mérőeszközök ellenőrzéséről szól. Ha egy vizsgáló-laboratórium akkreditációra készül, az MSZ EN 45001:1991 szabvány előírásait kezdi tanulmányozni. A szabványban külön fejezet foglalkozik a berendezésekkel, ahol a nyilvántartási előírások után azonnal előkerül a kalibráció: „a vizsgáló-laboratóriumokban használt mérő- és vizsgálóberendezéseket szükség esetén üzembe helyezés előtt és azt követően meghatározott program szerint kalibrálni kell” [8]. Az idézett szabványpontra továbbiakban részletezi a kalibrálási rendszer működtetését, a visszavezethetőséget, az etalonok használatát, az anyagminták kezelését.

Ha egy laboratórium különkódolni akar, és nem tervez akkreditálást, a szakmai kíváncsiság és a lelkiismeretes munka igénye is ráveheti a felelősen gondolkodó munkatársakat, hogy mérőberendezéseiket rendszeresen ellenőrizzék. Olyan műveleteket írnak elő és végeznek el, amellyel biztosítható, hogy a mérőberendezések egy adott példány a rendeltetésszerű használat követelményeinek megfelelő állapotban legyen. Ez a metrológiai konfirmálás, amivel az MSZ EN 30012-1:1998 szabvány foglalkozik teljes részletességgel [9]. Meghatározza a konfirmálási rendszert, ennek dokumentáltságát, időszakos felülvizsgálatát, a bizonytalanságok és a környezeti feltételek hatását stb. A szabvány függelékében találjuk a felülvizsgálati időközök meghatározásának módjait is. A rendszerben pontosan meg van határozva a kalibrálás helye, visszavezethetőségének követelményei és az azt végző személyzet képesítése és kiképzése. További ismertetés helyett melegen ajánljuk a szabvány tanulmányozását, mert a gyakorlati felhasználáshoz, a követelmények teljesítéséhez minden szabványponthoz dőlt betűs szedéssel, keretben elkülönítve, útmutatást is tartalmaz.

Az említett szabványok címeikben is és tartalmukban is utalnak arra, hogy a kalibrálást egy nagyobb rendszer részelemének tekintik. Ez a rendszer szolgál arra, hogy a laboratóriumokban végzett munka minőségét biztosíthassuk. Az 1. ábra mutatja be a roncsolásmentes vizsgálatok minőségügyi infrastruktúráját [10].

Az 1. ábra baloldali oszlopában a vizsgálatok részeinek tekintett elemek vannak felsorolva: az eszközök, az eljárások, a személyzet és az egyén, aki a vizsgálatot végrehajtja. Az ábra felső sorában a vizsgálat bizonyíthatóan jó minőségű elvégzésének szempontjából szükséges testületeket neveztük meg. A szabványosító testületek létezésének szükségességét senki nem vitatja, ellentétben az érvényesítő (validáló) testületekkel, amelyek tevékenységére csak néhány fejlett ipari országban van példa. A meghatalmazott vizsgáló- és tanúsító-testületek működésének már hazánkban is van hagyománya.

Az 1. ábrán feltüntetett téglalapok, mint egyes elemei az infrastruktúra házának, együtt építik fel a vizsgálatok teljes körű minőségügyi irányítását, a total quality management-et (TQM).

A rendszer leggyengébb eleme az emberi tényező, melynek nincs sem szabványa, sem más előírási rendszere. Ezen a téren még csak a roncsolásmentes vizsgálószemélyzet minősítésére és a minősítés tanúsítására létezik szabvány, a jól ismert MSZ EN 473:1994 [11].

Az 1. ábrán összefoglalt rendszer értelemszerűen nagyon hasonlít a roncsolásos anyagvizsgáló laboratóriumok TQM rendszerére, ezért tanulmányozását a roncsolásos vizsgálatokkal foglalkozó szakembereknek is ajánljuk. Az ő szempontjaikból csak egy téglalap üres egyelőre: a roncsolásos vizsgáló személyzet minősítésére és a minősítés tanúsítására még nincs szabvány. A probléma megoldására hazánkban az Országos Képzési Jegyzék keretében működő oktatás és vizsgáztatás mutat be sikeres kísérletet. A képzési rendszer részletes ismertetésére nem térünk ki, mert meghaladja e cikk célkitűzéseit.

Az anyagvizsgálat minőségét szolgáló elemeket minőségi lánc formájában szokták ábrázolni. A 2. ábrán bemutatott lánc elemeinek egy-



2. ábra. Az anyagvizsgálat minőségügyi lánc

másra hatását és fontosságát nem kell részletezni. Minden anyagvizsgáló laboratórium sikeres működéséhez szükség van a lánc összes elemére. A lánc tulajdonságából következően minden láncszemnek egyenszilárdságúnak kell lennie, mert a lánc erejét a leggyengébb tag szilárdsága határozza meg. Például, ha egy laboratóriumban a személyzet képzettsége és gyakorlata gyenge, hiába vannak korszerű és jó vizsgálóberendezései, a minőségi lánc gyenge.

A 2. ábrán felsorolt tevékenységek egy-egy részletének többé-kevésbé fontos eleme a hitelesítés vagy a kalibráció. A lánc említett tulajdonsága miatt a mérő- és vizsgálóeszközök ellenőrzési rendszerének egyenszilárdságúnak kell lennie. Néhány gondolat erejéig a lánc összes tagját elemzzük a kalibrálás szempontjából.

A laboratóriumban folyó fejlesztési munkák közben figyelemmel kell lenni a kidolgozott módszerek kalibrálhatóságára és visszavezethetőségére. Egy bármilyen szellemes, új módszer a gyakorlatban nem állja meg a helyét, ha a mérései nem visszavezethetőek a laboratórium használati etalonjaira.

Ha a fejlesztés eredményeként bármilyen számítógéppel támogatott vizsgálati módszer kerül bevezetésre, gondoskodni kell a hardvert és a szoftvert magába foglaló kalibrálási módszer kidolgozásáról, validálásáról és rendszeres alkalmazásáról.

A szabványok naprakész ismerete elengedhetetlen. Tapasztaltam, hogy a mérőeszközök konfirmálásáról szóló magyar nyelvű MSZ EN 30012-1:1998 szabvány ismeretlen egyes kollégák előtt, pedig ebben a hónapban már két éves.

Az eljárások kidolgozása utáni leírásokban szükséges egyértelműen meghatározni, hogy hogyan kell kalibrálni, milyen beállítást kell elvégezni, és az ehhez használt eszközök hogyan vannak visszavezetve az országos vagy a nemzetközi etalonra.

A berendezések hitelesítése, kalibrálása mindig legyen elvégezve. Ha eszközeinket nem magunk kalibráljuk, a kalibrálási jegyzőkönyvben követeljük meg a mérési eredményeket, de ne várjuk el, hogy a használhatóságról a külső kalibráló nyilatkozzon. A követelményeket és az újkalibrálási időközöket nekünk kell előre írásban rögzíteni, mert mi ismerjük, hogy például hányszor használjuk az eszközt. A nem megfelelés – megfelelés eldöntése azért sem várható el egy kalibráló laboratóriumtól, mert ekkor a döntés felelősségét rá hárítjuk, ezzel befolyásoljuk, és így pártatlansága egy kritikus megrendelő vagy auditor számára vitathatóvá válik.

A személyzet képzettsége és gyakorlata terjedjen ki a lelkiismeretes kalibrálás elvégzésére is. Ismerjék annyira az általuk kezelt vizsgáló- és mérőeszközöket, hogy az esedékes kalibrálásokat el tudják végezni, és erről megfelelő jegyzőkönyvet tudjanak készíteni. Ebben az esetben sem szerencsés, ha a kalibrálást végzőnek kell döntenie a vizsgált eszköz használhatóságáról.

Az emberi tényező, vagyis esetünkben a kalibrálást végző ember felelősségérzését, lelkiismeretes munkavégzését, monotonitás tűrését és egyéb pozitív emberi tulajdonságainak szükségességét mindenki belátja, és csak remélni lehet, hogy a felelős laboratóriumvezetők ezeket a tulajdonságokat meg is becsülik.

Az auditok, a felülvizsgálatok rendszeres elvégzése, ezek tanulságainak levonása, a helyesbítő intézkedések megtétele elsősorban a laboratórium vezetőinek, de összes munkatársának is személyes felelőssége.

Összefoglalás

A kalibráció és a hitelesítés összehasonlításából kiderült, hogy nem lehet köztük fontossági sorrendet felállítani. Mindkét mérőeszköz felülgyeleti módszer a maga helyén fontos és az anyagvizsgáló laboratóriumok körülményei között egymást kiegészítik.

A megfelelő minőségű és megbízhatóságú eredményeket adó anyagvizsgáló laboratóriumok akarva-akaratlanul kénytelenek alkalmazni a teljes körű minőségbiztosítási (TQM) rendszert, melynek szabványai már hazánkban is érvényesek. A rendszer alkalmazása pedig magával hozza, hogy a mérőeszközök és -berendezések szigorú és bizonyított ellenőrzési rendszerben működjenek. A laboratóriumokra vonatkozó követelmények között talán ez a legfontosabb, ami biztosítja a hosszú távú eredményességet és megbízhatóságot.

Irodalomjegyzék

- [1] Révai Kisélexikon, Révai Irodalmi Intézet, Budapest, 1936
- [2] Műszaki lexikon, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972
- [3] BIPM/EC/ISO/OIML, Az alapvető és általános metrológiai fogalmak nemzetközi értelmező szótára, (VIM):1984
- [4] Nemzetközi Metrológiai Értelmező Szótár, Mérésügyi Közlemények XXXVI. évfolyam 1995. 2. szám 38-48. oldalak
- [5] 1991. évi XLV. törvény a mérésügyről, és a végrehajtásáról szóló 127/1991. (X.9.) Korm. rendelet
- [6] Irányelvek a vizsgáló- és kalibráló-laboratóriumokban alkalmazott mérőeszközök újkalibrálási időközének meghatározásához, Országos Mérésügyi Hivatal MAB 11.
- [7] Kriszt Béla: Hitelesítés vagy kalibrálás – mi a különbség? Mérésügyi Közlemények XXXVII. évfolyam 1996. 4. szám 110-111. oldal
- [8] MSZ EN 45001:1991 Vizsgáló-laboratóriumok működésének általános feltételei 5.3.3 pont.
- [9] MSZ EN 30012-1:1998; Minőségbiztosítási követelmények mérőberendezésekre. 1. rész: Mérőberendezések metrológiai konfirmálásának rendszere (ISO 10012-1:1992)
- [10] J. M. Farley: NDT in Europe – a vision for 2000; Insight Vol. 40 No 6. June 1998. 444-447. (á. 4. t. – h. -)
- [11] MSZ EN 473:1994; Roncsolásmentes vizsgálatot végzők minősítése és a minősítés tanúsítása. Általános alapelvek

HÍREK

A VEZETÉS SZEREPÉNEK VÁLTOZÁSA A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSBAN, 2000. június 1., Budapest, HM Haditechnikai Intézet. **A rendezvény témaköre:** az ISO 9000:2000 új szabvány tervezetének áttekintése elsősorban a minőség és a megfelelés szemléletbeli változásainak szempontjából és az Európai Kiválóság Modell (EFQM) alkalmazása. A részvétel különösen ajánlható azoknak a felső- és középvezetőknek, akik már bevezették szervezetüknél az ISO 9000:1994 szabvány szerinti minőségbiztosítási rendszert, de versenyképességük fenntartása és növelése érdekében át kívánják állni az új szabványkövetelmé-

nyek teljesítésére. *Felvilágosítást ad* a Magyar Minőség Társaság, dr. Róth András, tel.: 456-6955, e-mail: mmt@mail.matav.

EGYÜTTMŰKÖDÉSI MEGÁLLAPODÁST kötött a GTE Anyagvizsgáló Szakosztálya és a Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetség (Marovisz) a célból, hogy elősegítsék a hazai roncsolásmentes vizsgálatok minden területének szakmai fejlődését és az e területen dolgozó szakemberek hazai és nemzetközi kapcsolatteremtését. Ennek érdekében tanácskozási joggal kölcsönösen képviselhetik magukat szervezeteik vezetőségeiben. Összehangolják szakmai rendezvényterveiket, amelyekről tagjaikat kölcsönösen értesítik. Hazánk szakmai közösségét a Roncsolásmentes Vizsgálók Nemzetközi Bizottságában (ICNDT) a GTE, míg az Európai Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetségben (EFNDT) a Marovisz szakértő tagja képviseli szavazati joggal, de a képviselést érintő kérdésekben előzetesen egyeztetik véleményüket. A nemzetközi szervezetektől érkező, illetve az egyéb külföldi és hazai forrásból származó szakmai információkat egymás között díjmentesen kicserélik.

A MAGYAR INNOVÁCIÓS NAGYDÍJAT az idén a nagyfrekvenciás röntgengenerátor család kifejlesztőinek, az Innomed Medical Rt. és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem alkotói közösségének ítelték oda. A díjat Orbán Viktor miniszterelnök adta át ünnepélyes keretek között március 31-én a Gellért Szállóban. A díjbizottság még további nyolc magyar fejlesztést jutalmazott különböző díjakkal. Az ötven elbírálásra benyújtott pályázat a megvalósítóknak mintegy 15 milliárd forint többleteredményt hozott. Az alkalmazóknál jelentkező megtakarítások, az árcsökkenő és a környezetvédelmi hatások együttesen még további 25 milliárd forint társadalmi hasznot jelent.

ANYAGVIZSGÁLAT és MÉRÉSTECHNIKA

MÉRÉSTECHNIKA

- Precíziós hosszmérő eszközök,
- Mérőmikroszkópok, projektorok,
- Felület-, alak-és helyzetellenőrzés

RONCSOLÁSOS eljárás

- Szakítógépek
- Keménységmérők
- Mikroszkópok
- Metallográfia

RONCSOLÁSMENTES eljárás

- Repedésvizsgálat
- Ultrahangos technika
- Örvényáramos technika
- Endoszkópok

GRIMAS Ipari Kereskedelem

1214 Budapest, Pulai sétány 2-4.
Telefon: 420 5883 Fax: 276 0557
E-mail: grimas@matavnet.hu WEB lap: www.grimas.hu

Kalibráció a roncsolásos anyagvizsgálat gyakorlatában

Majoros András – Csapó Péter*

Bevezetés

A roncsolásos anyagvizsgálat módszerei a konvencionális anyagvizsgálati eljárások közé sorolhatók. Az alkalmazott vizsgálati módszerek elméleti alapjai régóta ismeretesek, s az ipari gyakorlatban évtizedek óta szabványosítottak. Az általános minőségbiztosítási (akkreditálási) követelmények e tevékenység esetén természetesen azonosak a más mérési feladat elvégzésénél megfogalmazottakkal. A roncsolásos anyagvizsgálati laboratóriumokban dolgozóknak is a szakmai kérdések között három fontos dologgal kell foglalkozniuk. Ezek a személyzet, a berendezések és az alkalmazott módszerek. Röviden mindegyikről érdemes pár szót szólni, mielőtt a szeminárium témájához kapcsolódóan az eszközeinkről részletesebben beszélünk.

Személyzet

Nem lehet kérdéses, hogy a vizsgálat eredményére a vizsgálatot végző személy döntő befolyást gyakorolhat. Minden mérés esetén a lehetséges mérési hibák felsorolása között megtaláljuk az úgynevezett subjektív hibákat, amit a mérést végrehajtó személy rovására írunk.

A személyzet jártassága, szakmai kompetenciája tehát alapvető fontosságú. E követelmény jelentőségét az automatizált vizsgálórendszerek nemhogy csökkentenék, megítélésünk szerint inkább fokozzák [1].

Magyarországon iskolarendszerű oktatás keretén belül nem képeznek anyagvizsgálókat. Sőt 1995-ig az Országos Képzési Jegyzékben nem is szerepelt például a mechanikai anyagvizsgáló szakma. A Magyar Közlöny 1995/46. számában jelent meg az a rendelet, amely a hazai anyagvizsgáló képzésben egy új fejezetet nyitott. A rendelet a roncsolásmentes anyagvizsgáló szakemberek esetén Európában kialakított személyzet-tanúsítási gyakorlatát alapul véve előírta több szakterület esetén a szakképesítés megszerzésének feltételeit. A mechanikai anyagvizsgálat területén is I. és II. fokozat bevezetésével rendezte a szakterületen dolgozó szakemberek besorolását. Az I. fokozatú szakemberek e rendelet értelmében csak valaki (pl. II. fokozatú szakember) által meghatározott vizsgálat elvégzéséért és a mérési eredmények jegyzőkönyvezéséért tehetők felelőssé, de az alkalmazott módszer kiválasztásáért, az eredmények értékeléséért vagy jellemzéséért nem. Képzésüket II. fokozatú szakemberekre bízta. A II. fokozatú szakemberek önállósága és ezzel együtt természetesen a felelőssége már jelentősen nagyobb. Az ő feladatuk az alkalmazható vizsgálattechnológia kiválasztása, az alkalmazhatóság mérlegelése, a berendezés beállítás, a vizsgálatok felügyelete, az eredmények szabványok szerinti értékelése, vizsgálati utasítások készítése stb. A rendelet azonban nem intézkedik arról, hogy az ő képzésükre kinek van jogosultsága. A laboratóriumok napi gyakorlata bizonyítja, hogy e rendelet jöhet fontos lépés volt a személyzet-tanúsítás területén, de az is érzékelhető, hogy finomítása és pontosítása mindenképpen időszerű.

Különösen érdekessé válik a kérdés, amennyiben a laboratórium a saját eszközeinek kalibrálására kíván berendezkedni. Ez ugyanis nem csak műszaki kérdéseket, hanem a személyzettel szemben támasztott egyedi igények teljesíthetőségének kérdését is felveti.

Berendezések

Úgy vélem nem kell bizonygatni, hogy a mérési feladat végrehajtása során kapott mérési eredmények pontosságára, megbízhatóságára

szintén jelentős hatást fejt ki a méréshez felhasznált mérőeszköz, mérőműszer. Ezen eszközök a mechanikai anyagvizsgálat területén is jelentős változásokon mentek és mennek keresztül.

A szakterületünkön használt mérőeszközök (pl. szakító-, ütőgépek, keménységmérők stb.) jelentős része a mérésügyi törvény értelmében ma még kötelező hitelesítésűek.

Ez annyira előnyös, mint amennyi hátrányt is jelent. Előnyös, mivel a hitelesítés (kalibrálás) problémáit leveszik a vállunkról, ugyanakkor, miután hitelesítést jelenleg csak az Országos Mérésügyi Hivatal végezhet, egyfajta kiszolgáltatottságot is eredményez. A Hivatal erőforrásai korlátosak, így a hitelesítés idejét nem mindig tudjuk befolyásolni, s természetesen a hitelesítési költségekkel sem lehet szabadon (piaci versenyhelyzet hiánya miatt) takarékoskodni. Jól érzékelhető különbségeket tapasztalhatunk például azon mérőeszközök kalibrálása esetén, amelyek nem kötelező hitelesítésűek, s így a ma már létező hazai kalibráló-laboratóriumi hálózat szolgáltatásaként tudjuk e tevékenységet megvásárolni.

A kérdést súlyosbítja valószínűleg a közeljövőben tervezett változás. A hazai jogszabályokat, az EU-csatlakozásunk előkészítése során, úgynevezett harmonizációs eljárással átvilágítják. A hírek szerint ez a mérésügyi törvényt is érinteni fogja. Az előkészületekből úgy látszik, hogy ennek következményeként jelentős mértékben szűkíteni fogják a kötelező hitelesítésű mérőeszközök körét. A súlypont a fogyasztóvédelem szempontjából fontos mérőeszközökre helyeződik át. A szakmánkban használatos anyagvizsgáló eszközök pedig kikerülnek majd e körből. A jelenleg akkreditált kalibráló-laboratóriumok szolgáltatási választékát átböngészve bárki megállapíthatja, ha ez bekövetkezik, az eszközeink egy részénél nem lesz a berendezéseink kalibrálására jogosított szervezet.

Az eszközeink kalibrálásával kapcsolatos probléma a roncsolásos vizsgálatok természetéből fakad. Az eszközök hitelesítések, kalibrálások közötti gyors ellenőrzése a hiteles anyagminták hiányában – a keménységmérő gépek kivételével – nem oldható meg. Amennyiben a laboratórium arra adja a fejét, hogy a jelenlegi éves vagy esetleg kétéves hitelesítési időközben is ellenőrzést akar végezni, akkor vagy a gyakoribb hitelesítés/kalibrálás nem elhanyagolható költségtérhet kénytelen felvállalni, vagy berendezkedik a belső kalibrálásra. Ez utóbbi sem nem olcsóbb, sem nem egyszerűbb, hiába használunk jól definiálható fizikai mértékeket munkánk során. Azon laboratóriumokban, ahol a fizikai alapegységekre történő visszavezetés nem is megoldható (pl. analitika, roncsolásmentes vizsgálatok stb.) az eszközök kalibrálása további nehézségeket jelent.

Egyszóval a követelményeknek megfelelő mérőeszköz-park kialakítása, fenntartása nem egyszerű és főleg nem olcsó dolog. Kisebb szervezetek esetén ez erősen korlátozza a feladathoz optimálisan alkalmazható eszközháttér biztosítását, hogy a berendezések beszerzési költségeiről már ne is beszéljünk.

Vizsgálati módszerek, eljárások

A bevezető mondatok között szerepelt, hogy a roncsolásos anyagvizsgálatok, és ezek között például a mechanikai anyagvizsgálatok mára a konzervatív vizsgálatok közé sorolhatók. Azt hihetnénk, hogy a dolog ezzel el van intézve. Természetesen ez nem teljesen így van. A hazai szabványosítási gyakorlat nem engedi meg, hogy a babérajainkon pihenjünk. S a nem szabványosított módszerek alkalmazásáról akkor még nem is szótunk.

Az alkalmazott módszereinkkel az akkreditációs követelményekben

* AGMI Rt.

jelentkező változások miatt továbbra is foglalkoznunk kell. Mindannyian hallottunk már ezen megváltozó előírásokról, de nem vagyok biztos benne, hogy a mondatok mögött meghúzódó minőségbiztosítási filozófiát maradéktalanul teljesítettük már. Ennek oka természetesen nemcsak az elhatározás hiánya.

A mechanikai anyagvizsgálatban a lehetséges ellenőrzési módokból, az alkalmazott módszereink miatt – miután a vizsgálataink nagy része egy próbatesten csak egyszer végezhető el, s így azok nem megismételhetők, s hiteles anyagminták pedig nincsenek – jó néhányat nem vehetünk igénybe. Így a követelmények teljesítése még egy konzervatívnak tekinthető területen sem egyszerű. Különösen a kisebb szervezetek esetén nyomasztó ez, hiszen sem tárgyi, sem személyi adottságai nem teszik lehetővé e kérdések megfelelő szintű kezelését.

E rövid általános értékelés után szűkítsük a kört a vizsgálatainknál használatos eszközökre, mely témát a vizsgálatok szerint csoportosítva vizsgáltunk. A roncsolásos vizsgálatok közül három vizsgálatot választottunk ki, melyekkel gyakran találkozunk a napi gyakorlatban.

Szakítóvizsgálat

A szakítóvizsgálataink során használt berendezésünk, az ún. szakítógépe, univerzális mérőeszköznek tekinthető. Egyrészt nemcsak szakítóvizsgálat elvégzésére alkalmas, másrészt egyidejűleg két fizikai mennyiség mérésére használjuk. A két fizikai mennyiség közül az egyikről mintha időnként elfeledkeznénk, amit jól érzékeltet a jelenleg szokásos hitelesítési gyakorlat.

Akinek van szakítógépe, tudja, hogy a mérőeszköz értékjelzésének értékmutatási pontosságát rendszeresen ellenőrzik, míg az alakváltozás-mérés értékmutatási pontosságát általában „elhallgatjuk”. Amennyiben a berendezéssel csak erőértéket mérünk (például csak szakítószilárdság meghatározása a feladat) a hitelesítés e gyakorlata elfogadható, de már a folyáshatár megállapításánál az erőérték mellett az alakváltozásra is szükségünk van, hogy a próbatest nyúlásának, esetleg rugalmassági modulusának meghatározásáról ne is beszéljünk.

A jelenleg hatályos szakítóvizsgálati szabvány [2] nemcsak az erőmérő rendszer hitelesítését [3] írja elő, hanem rendelkezik a nyúlásmérők hitelesítéséről [4] is.

A közelmúltban elvégzett szakítóvizsgálati körvizsgálat eredményei úgy vélem jól bizonyítják a kérdéssel való foglalkozás szükségességét. A szakítóvizsgálat során meghatározható anyagjellemzők esetén ugyanis a megismételhetőség és a mérési bizonytalanság nagysága jelentős eltéréseket mutathat [1].

Amikor csak a próbatest méretek és a szakítóerő mérése szükséges az anyagjellemző (szakítószilárdság) meghatározásához, akkor a legjobb a mérési módszer „értékmutatási” pontossága, s a hiba (eltekintve a durva hibáktól) gyakorlatilag az erőmérés pontosságával magyarázható.

Az összes többi jellemző meghatározásakor három-négyszeres hibát kapunk, melyhez az alakváltozás-mérés bizonytalansága is hozzájárul az egyéb tényezők (kiértékelő személyzet/gép, próbatest kezelése, mérőhossz feljelölés gyakorlata stb.) mellett.

Mindezek alapján tehát leszögezhetjük, hogy a szakítógépeink kalibrálása során egyrészt az erőmutatás, másrészt az alakváltozás-mérés pontosságát is ellenőriznünk kell.

Az erőmutatás pontosságának ellenőrzése

Az erőmutatás pontosságának ellenőrzését jelenleg – a hatályos mérésügyről szóló törvény értelmében – az OMH végzi. Tekintettel arra, hogy az OMH nem anyagvizsgáló szervezet, így a berendezéseink hitelesítését – metrológiai szempontokat figyelembe véve – jól átgondolt, de saját maga kifejlesztett ellenőrzési előírások (HE 33:1994) szerint végzi, s ezt tünteti fel a hitelesítési bizonyítványokon. Egy laboratóriumi akkreditálás során a tanúsítandó vizsgálat szabványa azonban a mérőeszköz ellenőrzésére vonatkozó szabványt hívja be, így esetenként az

összerendelés gondot jelenthet. Az OMH kiadja az általuk használt hitelesítési módszer és a hivatkozott szabvány előírásaival való egyezőségét tanúsító okiratot, de ezt külön kérnünk kell.

Amennyiben magunk akarunk felkészülni a berendezésünk kalibrálására, akkor rendelkezünk kell néhány kalibrálóeszközzel.

Az erőmérés ellenőrzéséhez hiteles erőmérő cellá(k)ra van szükség. Tekintettel arra, hogy a fémipari anyagvizsgálatban az erőmérés pontosságára 1% megengedett eltérést ír elő a vizsgálati szabvány, a mérőrendszer kalibrálásához ennél pontosabb eszközre van szükségünk. A szabvány értelmében az erőmérő ellenőrzéséhez a berendezéssel azonos osztályú erőmérő/erő előállító eszközre van szükségünk. Ez azt jelenti, hogy amennyiben a berendezésünk 1. osztályú, akkor annak relatív hibája $\pm 1,0\%$, az alkalmazható 1. osztályú erőmérő relatív hibája legfeljebb $0,2\%$ [5].

Az erőmérő cellánk lehet hagyományos elven működő mechanikus, rugós erőmérő (dinamométer), és használhatunk villamos erőmérő cellát is. Kisebbségi terhelések esetén pedig a leggyakrabban a közvetlen súlyterheléssel végzett ellenőrzés a legpontosabb és talán a legolcsóbb módszer.

Fel kell hívunk azonban a figyelmet néhány dologra:

- Az erőmérő cella behelyezésénél biztosítanunk kell a terhelő erő egytengelyűségét, s a befogó és az egyéb erőközvetítő elemek önbeállítását.

- A szakítógépe erőmérő rendszerétől függően húzás vagy nyomás, illetve villamos erőmérő cellák esetén, mindkét irányban ellenőrizni szükséges az erőmutatás pontosságát. Azon eszközöknél, ahol a terhelés iránya nem befolyásolja az erőmérés megbízhatóságát (pl. hidraulikus berendezések), a szabvány a húzóerővel történő ellenőrzést részesíti előnyben.

- A berendezés minden mérésstartományára külön méréssorozattal kell a kalibrálást elvégezni, s az alkalmazott erőmérő cella méréshatárának illeszkednie kell az ellenőrizni kívánt fokozathoz.

- Több erőmérő rendszerrel rendelkező berendezések (pl. kétdugattyús gépek, több erőmérő cellával ellátott készülékek) esetén minden egyes rendszert külön vizsgálógépként kell ellenőrizni.

- Nem szabad megfeledkezni a járulékos tartozékok ellenőrzéséről, amennyiben azok a vizsgálatok során használatra kerülnek. A vonszolt mutató és a diagramíró erőmutatási pontosságának meghatározása ez esetben része a berendezés kalibrálásának/hitelesítésének.

A kalibrálás elvégzésére vonatkozó részletes szabályok a megfelelő szabványban [3] megtalálhatók, illetve az OMH-től megvásárolható az általuk alkalmazott hitelesítési eljárás előírásait tartalmazó kiadványuk.

A hitelesítés gyakoriságát jelenleg még a törvény szabályozza [6], de az említett szabvány is 12 hónapnál nem hosszabb ellenőrzési időközöket határoz meg. A szabvány természetesen minden olyan beavatkozás (pl. újratelepítés, javítás vagy beállítás) után, mely a mérőrendszer értékmutatását befolyásolja, kötelezővé teszi az ismételt ellenőrzést.

Az alakváltozás-mérés pontosságának ellenőrzése

A nyúlásmérők hitelesítéséről szóló szabvány, a nyúlásmérő eszköz alatt az elmozdulást mérő készüléket, valamint az elmozdulás kijelzésére és/vagy regisztrálására szolgáló rendszert együttesen érti. E tekintetben minden olyan megvalósítást nyúlásmérőnek kell tekinteni, mely a szabvány fogalmának megfelel. A szabvány jöllehet csak a próbatestekre szerelhető extenzométerek hitelesítésre vonatkozóan ad meg eljárást, de a berendezéseink hagyományos diagramíró rendszeréről sem szabad megítélésünk szerint elfeledkezni.

Köztudott, hogy a pl. a terhelte állapotban mért egyezményes folyáshatár meghatározásakor a szakítódigramból szerkesztjük ki azt az erőértéket, mely a számításainkhoz szükséges. (Az egyezményes folyáshatár nem a szerződő felek megállapodásától, egyezségétől függ, hanem meghatározott maradó alakváltozást eredményező erőérték megállapításától). Gyakran e szerkesztést a berendezés diagramíró eszköze által regisztrált szakítógörbéből jelöljük ki, melyet általában próbatestre

szerezett nyúlásmérő nélkül rögzítünk. E gyakorlatból következik, hogy a szakítódigramunk erő és természetesen alakváltozás mutatósi pontossága legalább olyan fontos, mint a berendezés analóg (mutató), vagy digitális kijelzőjének hitelessége. A hagyományos diagramíró szerkezetek (pl. skálazsinórral vonszolt regisztráló dob) értékmutatási pontossága jóllehet csak a geometriai áttételektől függ, s így ellenőrzésükre ritkábban kell gondolnunk, de ez nem jelentheti azt, hogy ne kellene velük foglalkoznunk.

A szakítógépek jelenlegi hitelesítési gyakorlata ezen eszközökön nem ellenőrzi, mondván, hogy a típusvizsgálat alkalmával ez megtörtént, s azóta „valószínűleg” e képessége nem változott. Ismerve azonban a hazai eszközparkot, úgy gondolom, hogy ez nem teljesen igaz. Felsorolásul csak néhány momentumra hívnánk fel a figyelmet, mely ezen eszközök értékmutatási pontosságára hatással lehet:

- az 1970-es évek második felétől a kp skálákat N skálára kellett állítani;

- a régebbi berendezések gépkönyvei (pl. a többszöri tulajdonváltás során) gyakran eltűnnek, s így a gyári beállításokról csak „szájhagyományok” útján értesülünk;

- az elmozdulást közvetítő elemek tulajdonságai (pl. új anyagból készült skálazsinórok, kopott, felújított áttételek) változnak/változhatnak.

A felsoroltak miatt, ezért fontos, hogy időközönként a papírra vetett szakítódigram pontosságát is ellenőrizzük. Ezen ellenőrzés egyik részfeladatát a berendezés erőmérő rendszerének hitelesítésekor kell elvégezni, a másikat, azaz az elmozdulás pontosságát pedig közvetlenül pl. egy hiteles hossz mérő eszköz (tolómérő, mérőóra stb.) segítségével tudjuk végrehajtani.

Az alakváltozás-mérés másik módja, hogy a próbatestre szerelt nyúlásmérővel nagyítjuk a próbatest alakváltozását a számunkra szükséges nagyságra. Ezen eszközök a mechanikus vagy elektronikus, ún. finomnyúlásmérők, idegen kifejezéssel extensométerek. Ezen eszközökkel a hagyományos néhányszoros alakváltozás-nagyítást nagyságrendekkel tudjuk megnövelni, így a kiértékelés pontosságát és biztonságát javíthatjuk. Az eszközök alkalmazása esetén természetesen gondoskodnunk kell azok hitelesítéséről, kalibrálásáról. Ennek módszere, hogy ismert elmozdulás mellett ellenőrizzük az eszköz értékmutatási pontosságát. Az ismert elmozdulást létrehozó eszköz felépítése szerint lehet:

- Változtatható méretű, amely a mérendő méretet leolvashatóan méri. Méretüket a mérésstartományon belül tudjuk változtatni. Skálával, azaz megfelelő osztásvonalakkal rendelkeznek. Előnyük az univerzálitásuk, hátrányuk a korlátozott pontosság, a mérés relatív nagy időszükséglete, továbbá a mérési hibákra való érzékenységük. Ilyenek lehetnek pl. a megfelelő felbontóképességgel rendelkező mikrométerek, interferométerek.

- Állandó méretűek, amelyek csak egy meghatározott méretet rögzítenek, s így a velük végzett mérés során csak e rögzített méret és az ellenőrizni kívánt méret hasonlítható össze. Előnyük a gyorsaságukban, pontosságukban rejlik. Hátrányuk természetesen az „egydalúságuk”. Ide sorolható eszközök az idomszerek, mérőhasábok.

Az ellenőrzéshez természetesen még szükségünk van egy merev keretre, mely a mérőrendszert egységbe „rendezi”, s olyan rögzítő szerkezetekre, melyek segítségével a nyúlásmérő működési helyzetben rögzíthető.

Az ismert elmozdulást előállító eszköz hibája az ellenőrizni kívánt eszköz hibájának legfeljebb 1/3-a lehet.

A kalibrálás elvégzésére vonatkozó részletes szabályok a megfelelő szabványban [4] megtalálhatók.

A hossz mérő eszközök kalibrálásával foglalkozó akkreditált laboratóriumok, illetve az OMH is elvégezheti az eszköz kalibrálását/hitelesítését, de miután gyakran ezt a helyszínen (a szakítógép közelében) kell elvégezni, nem könnyű segítségül hívni külső szervezetet. Léteznek nagyobb anyagvizsgáló gépeket gyártó cégeknek hazánkban szervizszolgáltatást ellátó képviselői, némelyiküktől kérhetünk ilyen szolgáltatást.

Keménységmérés

A keménységméréssel szintén gyakran találkozunk a napi anyagvizsgálói gyakorlatban. A roncsolásos vizsgálatok között a technológiai vizsgálatok közé sorolt módszernek napjainkra számos új változata terjedt el. Ezek között szép számmal találunk olyanokat, melyek nem a klasszikus, ún. szűrőkeménység meghatározásnál alkalmazott mérési elvet hasznosítják, hanem, a mikroelektronika eredményeit felhasználva, villamos mennyiségeket mérve közvetett módon állítanak elő keménységi mérőszámot. Az ide sorolható eszközök (mint pl. az ultrahangos keménységmérő, a különböző dinamikus keménységmérési készülékek) hitelesítése, kalibrálása legalább annyi bizonytalansággal jár, mint egy roncsolásmentes anyagvizsgáló eszköz ellenőrzése. E keménységmérési módszerek, jóllehet dinamikusan fejlődnek és terjednek, napjainkban – legalábbis hazánkban – nem számítanak a szabványosított vizsgálati eljárások közé. Ennek megfelelően a mérőeszközök hitelesítéséről illetve a módszer alkalmazásának akkreditálásáról nem állnak tapasztalatok a rendelkezésünkre.

A keménységmérés illetve eszközei ellenőrzése kapcsán ezért ma még csak a klasszikus mérési elvet alkalmazó módszerek esetén beszélhetünk. A leggyakrabban alkalmazottak ezek között a Brinell-Vickers- és a Rockwell-keménységmérés. A módszerek között sok a hasonlóság, de a különbség is. A hasonlóság, hogy mindhárom esetben egy szűrőtestet nyomunk a vizsgálandó darab felületébe. A különbségek egyrészt az alkalmazott szűrőtestben, a terhelő erőben és a kiértékelés módszerében van. Az első két módszernél a lenyomat felületen mért geometriai jellemzőiből következtetünk a keménységi mérőszámra, míg a harmadiknál a benyomódás mélysége fontos a számunkra. Ennek megfelelően a Brinell- és a Vickers- módszernél egy optikai rendszert, a Rockwell-eljárásnál egy hossz mérő eszközt (mérőórát) használunk a mérés kiértékeléséhez.

A berendezések hitelesítése, kalibrálása a hazai – elég régi – szabványok [7-9] előírásait figyelembe véve sok hasonlatosságot mutat. Mindhárom keménységmérési módszer esetén kétféle ellenőrzést különböztetnek meg az említett szabványok:

- közvetlen ellenőrzés, mely magában foglalja a terhelés, a behatoló test és a mérőrendszer ellenőrzését;

- közvetett ellenőrzés, mely a keménységmérőgép általános ellenőrzését szabványos keménység-összehasonlító lapok segítségével írja elő.

A közvetlen ellenőrzésnél tehát a terhelő erő nagyságát kell megfelelően pontos erőmérő eszközzel (az erőmérő relatív hibája $\pm 0,2\%$) megállapítani. A jelenleg hatályos mérésügyről szóló törvény e tevékenységet éves gyakorisággal, hitelesítési kötelezettséggel rendel el. Ennek megfelelően csak az OMH végezheti el a hitelesítést.

A szűrőtest hitelesítése esetén vegyes a kép. A gyémánt behatolótesteket (Vickers-gúla, Rockwell-kúp) évente hitelesíteni kell, míg a Brinell- illetve Rockwell-golyók ellenőrzése a berendezést üzemeltető feladata. Acélgolyók esetén az átmérő túrése a golyó átmérőjétől függően 30–50 μm , keménysége legalább 850 HV.

A mérőberendezés (optikai rendszer) ellenőrzése szintén az üzemeltető feladata. A szabvány eléggé szabad kezet ad ehhez. Alkalmazhatunk mikrométeres tárgyasztalt, tárgymikrométert (olyan üveg vagy fémlapot, melyre megfelelő osztásközzel felvitt vonalak/körök kerültek), de gyors ellenőrzéshez használhatunk ismert méretű lenyomatot is.

A napi gyakorlatban, a helyi kalibrálásoknál a közvetett ellenőrzést alkalmazzuk. Ezt minden munkanapon, illetve minden terhelésváltás esetén el kell végezni, hogy meggyőződhessünk a berendezésünk alkalmaságáról. Az eljárás a szakmánkban egyedinek számító hiteles anyagmintán történő mérés elvégzését jelenti. A hiteles anyagminta szerepét a szabványos keménység-összehasonlító lap (közismert nevén a keménységetalon) tölti be. Az ellenőrzés nagy előnye, hogy a berendezés minden funkcionális egységét egyidejűleg minősíti, hiszen kicsi annak a valószínűsége, hogy az ismert keménységérték „vissza-

mérése" az egymással ellentétes hatást kifejtő hibák eredménye. A berendezés ilyen módon történő ellenőrzése azonban csak a hitelesítések közötti időszakban használható, a közvetlen hitelesítés nem kerülhet meg. A közvetett mérés során a hiteles anyagminta (etalon) kiválasztásánál alapvetően kell figyelembe venni, hogy az etalon keménysége az adott mérési feladathoz mind módszerében, mind értékében illeszkedik.

A nem szabványosított vizsgálati eljárások esetén is – melyekről e téma elején szó esett – a közvetett méréssel lehet a készülék értékmutatási pontosságáról meggyőződni, s gyakran ezzel történik a készülék beállítása is.

Ütővizsgálat

Szintén általánosan használt módszer az anyagvizsgáló laboratóriumokban az ún. Charpy-féle ütve hajlító vizsgálat. Tekintettel azonban arra, hogy az alkalmazott vizsgálati eljárás dinamikus méréstechnikai feladat, s bizonyos területeken a műszerezett ütővizsgálat is kiemelt jelentőséggel bír, ezért úgy gondoltuk, egy külön előadásban foglaljuk össze e tárgykörben a tudnivalókat.

Összefoglalás

Úgy véljük, e rövid összefoglalás alapján elmondható, hogy a roncsolásos anyagvizsgálat területén dolgozók, a rokon területeken munkálkodó anyagvizsgáló szakemberekkel összehasonlítva, szerencsésnek mondhatják magukat eszközeik hitelesíthetőségét és kalibrálhatóságát tekintve. Ez azonban semmiképp sem eredményezheti azt,

hogy akkor e kérdéssel kevesebbet kellene foglalkoznunk. Minden laboratóriumnak ki kell alakítania a saját ellenőrzési gyakorlatát, amellyel vevői bizalmát és biztonságát növelni tudja.

Meggyőződésünk az is, hogy a berendezések mellett a berendezéseinket kezelő szakemberek felkészítése, s az eszközeinkkel megvalósított mérési eljárások/módszerek folyamatos gondozása nem választható el a tevékenységünk egészétől, ezért a pontosságot és a megbízhatóságot e három összetevő harmonikus egymás mellett élésével biztosíthatjuk.

Irodalomjegyzék

- [1] Majoros András: Egy körvizsgálat tapasztalatai, Anyagvizsgálók Lapja 9. évfolyam, 1. szám 1999. 24-27 o.
- [2] MSZ EN 10002-1:1994, Fémek. Szakítóvizsgálat. 1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten
- [3] MSZ EN 10002-2:1994, Fémek. Szakítóvizsgálat. 2. rész: A szakítógépet erőmérő rendszerének hitelesítése
- [4] MSZ EN 10002-4:1998, Fémek. Szakítóvizsgálat. 4. rész: Egytengelyű vizsgálatokhoz alkalmazott nyúlásmérők hitelesítése
- [5] MSZ EN 10002-3:1998, Fémek. Szakítóvizsgálat. 3. rész: Egytengelyű vizsgálatokhoz alkalmazott erőmérő eszközök kalibrálása
- [6] 1991. évi XLV. törvény a mérésügyről
- [7] MSZ 104-3:1986, Anyagvizsgáló gépek ellenőrzése. Brinell-keménységmérő gépek
- [8] MSZ 104-4:1986, Anyagvizsgáló gépek ellenőrzése. Vickers-keménységmérő gépek
- [9] MSZ 104-5:1988, Anyagvizsgáló gépek ellenőrzése. Rockwell-keménységmérő gépek

Keménységi etalonok gyártása és forgalmazása

Kubis József

A TESTOR – illetve elődei – 1987-től gyártja a keménységmérő gépek kalibrálásához szükséges keménység-összehasonlító acélapokat (etalonokat). Ezért régebben az „etalonos Testornak” is hívtak bennünket.

Kedzetben csak Poldi-hasábokat és 57–58 HRC értékű Rockwell-etalonokat készítetünk, majd fokozatosan rátértünk a többi típusú és keménységű etalonok gyártására. Forgalmazásukat minden esetben megelőzte az OMH típusvizsgálata.

Ma már elmondhatjuk, hogy *acélpári felhasználásra szinte minden fajta keménységi etalont készítünk és forgalmazunk*. Ezek mindegyike nemcsak az MSZ, hanem az ISO és a DIN szabványok előírásait is kielégítik.

A keménység homogenitása mellett az etalonok legfontosabb jellemzője a keménységük időállósága. Ezért minden gyártási sorozatból egy-két darabot félreteszünk, és 6–12 hónaponként ellenőrizzük keménységük állandóságát. Az ellenőrző mérések tanúsága szerint még a több éve gyártott acélapok keménysége sem változott.

Gyártmányaink keménysége időálló, amelyről az OMH is megbizonyosodott, ezért a hitelesítési bizonyítványt 2 éves érvényességgel adja meg!

Etalonjaink megbízhatóságát az is mutatja, hogy eddig mintegy 1500 darabot adtunk el reklamáció nélkül! **Fő megrendelőink** között van az OMH, a Rába Rt. az AGMI Rt.

A keménység-összehasonlító lapjainkat meg lehet rendelni gyártóművi bizonylattal vagy OMH által hitelesítve az alábbi táblázatban közölt keménységtartományokban, de külön kérésre szűkebb tartományban is vállaljuk a lapok legyártását.

Gyártmányválasztékunk terjedelme:	
Típus	Keménységtartomány
Brinell-etalon HB 10/3000 Brinell-etalon HB 5/750 Brinell-etalon HB 2,5/187,5	200–250, 250–300, 300–350, 350–400
Rockwell-etalon HRC Rockwell-etalon HRA Rockwell-etalon HRB	20–30, 30–40, 40–50, 50–60, 60–63 58–68, 68–76, 76–82 60–70, 70–80, 80–90
Vickers-etalonok a HV1–120 terhelési tartományban	200–300, 300–400, 400–500, 500–600, 600–750

TESTOR Anyagvizsgáló-Méréstechnika BT.

Tel.: (1) 319-1-319 Fax: (1) 319-2-284

E-mail: info@testor.hu

Hagyományos és műszerezett ingás ütőgépek hitelesítése és kalibrálása

Lenkeyné Dr. Biró Gyöngyvér

Az ingás ütőgépek alkalmazása több mint 100 éves múltra tekint vissza. Ingás ütőművel már a múlt század végén végeztek törési vizsgálatokat Amerikában, de a jelenleg elterjedten alkalmazott ütőgépek elődje a G. Charpy által javasolt berendezés (Budapesten 1901-ben az anyagvizsgáló konferencián terjesztette elő javaslatát). Az ütővizsgálat fejlődésében újabb mérőföldkövet jelentett a műszerezett ütővizsgálat megjelenése, amelynek alkalmazása a nyúlásmérő bélyegek megjelenését követően terjedt el igazán az 1950-es évektől kezdődően. A hagyományos ingás ütőgépek hitelesítésére vonatkozó európai szabvány jelenlegi formáját 1992-ben adták ki, amelyet 1994-ben honosítottak. A műszerezett ütőművek erőmérő rendszerére és annak kalibrálására vonatkozó szabványjavaslatot az 1990-es években dolgozták ki, és a műszerezett ütővizsgálatról szóló nemzetközi ISO szabvány ebben az évben lépett hatályba.

Hagyományos ütőművek

A hagyományos ingás ütőgépek hitelesítési eljárásait és követelményeit az 1994-ben kiadott MSZ EN szabvány [1] tartalmazza. E szerint kétféle módszert: a közvetlen, illetve a közvetett hitelesítést lehet alkalmazni.

A közvetlen hitelesítés kiterjed az ütőmű valamennyi fontos geometriai jellemzőjének (mint pl. az alap, a gépállvány és az inga helyzete, az inga és az ülékek geometriája, az ütési középpont helyzete) ellenőrzésére. Ezen kívül ellenőrizendő az ütőgép kijelző szerkezetének pontossága, a gép tényleges kezdeti helyzeti energiája, a súrlódási veszteségek és az ütési sebesség. Ezekhez a mérésekhez általában valamilyen beállítósablont, illetve speciális mérőeszközöket (szögmérő, erőmérő) kell használni.

A közvetett hitelesítés ismert törési energiájú referencia-próbatestek eltörésével végzik. Ezt megelőzően azonban néhány egyéb paraméter ellenőrzését is el kell végezni (ülékek geometriája, súrlódási veszteségek). A referencia-próbatestekre az a jellemző, hogy a lehető legazonosabb körülmények között előállított próbatestek, amelyeknek a törési energiája nagyon kis tartományon belül szór. A közvetett hitelesítést legalább két törési energiaszintű próbatest-sorozattal kell elvégezni, lehetőleg az ütőgép mérési tartományának két szélső értékéhez közeli energia értékeken. Az elvégzett mérések alapján megadható az ütőgépre jellemző ismétlődőképesség és hibaérték, amelyeknek adott határértéken belül kell lenniük.

A gyakorló anyagvizsgáló számára még egy fontos kérdés van: milyen gyakran kell elvégezni a hitelesítést, és melyik módszerrel? A szabvány előírásai szerint közvetlen hitelesítést csak akkor kell végezni, ha a közvetett hitelesítés nem ad megfelelő eredményt, illetve az ütőgép felállításakor, a méretpontosságot befolyásoló javítás vagy áttelepítés után, vagy ha a hitelesítés érvényessége lejár. A közvetett hitelesítés gyakorisága függ az ütőgép igénybevételétől is, de célszerű legalább 12 havonta elvégezni.

Műszerezett ütőművek

A műszerezett ütőművek hitelesítése a nem műszerezett berendezésekhez hasonlóan történik. Többlet követelményt és feladatot jelent a felműszerezett ütőműnek mint erőmérő cellának a kalibrálása, illetve a mérőrendszerrel szemben támasztott mérés technikai követelmények kielégítése és ellenőrzése.

A műszerezett ütővizsgálat elvégzése során az anyagvizsgáló néhány, a többi vizsgálati módszernél nem jelentkező és a vizsgálatok

eredményeinek értékelése szempontjából fontos problémával találkozhat. Az ütési folyamat egy gyors tranzienst jelent, amit megfelelő gyorsasággal, pontossággal kell tudni mérni és tárolni. A mérőeszközök hitelesítése, kalibrálása általában etalonműszerezettel való összehasonlító méréssel, statikusan történik. Itt viszont egy rendkívül gyorsan változó, dinamikus erőjelre kell a mérőrendszer kalibrálását elvégezni.

A mérőrendszerrel szemben támasztott követelmények

A műszerezett ütővizsgálat mérés technikai szempontból gyors tranzienst jelek mérését és ezek valamilyen elektronikus adatgyűjtő eszközzel való gyűjtését, tárolását jelenti. A mérés szempontjából a legfontosabb vizsgálat-technikai feltételek az alábbiakban foglalhatók össze:

A nyúlásmérő bélyegekkel felműszerezett ütőműről kapott jeleket erősíteni kell. Erre a feladatra ma leginkább a nagy sávzélességű egyenáramú erősítők alkalmasak. Az erősítők frekvencia-átvitelében azonban a bennük lévő elektronikus elemek tehetetlensége miatt korlátozott. Az új ISO szabvány [2] szerint a teljes mérési lánc (műszerezett ütőmű, erősítő és adattároló eszköz) határfrekvenciájának legalább 100 kHz-nek kell lenni, ami legfeljebb 3,5 μ s jelfelfutási időt jelent. A mérőrendszer gyorsasága legegyszerűbben az inercia csúcs mérésével ellenőrizhető. Akkor lehet megfelelően gyorsnak tekinteni a mérőrendszert, ha 5–5,5 m/s ütési sebesség esetén legalább 8 kN nagyságú inercia csúcs jelenik meg a felvett erő-idő diagramon. (Ez a feltétel akkor érvényes, ha az ütőművel lévő nyúlásmérő bélyegek 11–15 mm távol vannak az ütközési ponttól.)

A mérési lánc másik eleme az erősítő mellett a jelrögzítő eszköz, ami ma már valamilyen korszerű, digitális tárolóeszközt jelent (pl. digitális tárolós oszcilloszkóp, számítógépes, gyors digitalizáló kártya). A megfelelő pontosságú erőmérés érdekében ennek legalább 8 bit felontásúnak kell lennie (de 12 bit javasolt), és legalább 2000 adatpontot kell tudni tárolnia 8 ms-nál hosszabb idejű törési folyamat esetén.

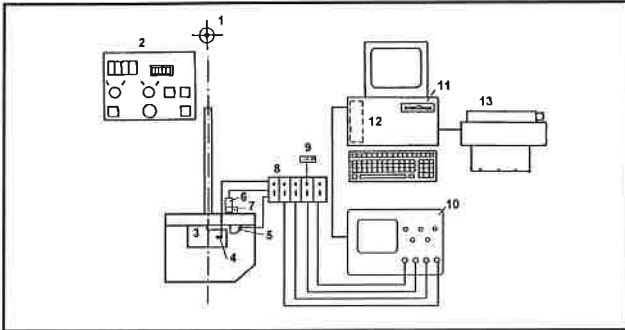
A műszerezett ütőmű kalibrálása

A műszerezett ütővizsgálat egyik fontos problémája a felműszerezett ütőműnek mint erőmérő cellának a kalibrálása. Az új ISO szabvány [2] ezzel kapcsolatban azt tartalmazza, hogy a mérőrendszer kalibrációja a gyakorlatban statikusan végezhető, vagyis tulajdonképpen nincs kötelező előírás. A gyakorlatban és a szakirodalomban is többféle kalibrálási módszer található. A kalibrálási módszer alapvetően statikus vagy dinamikus lehet. Mivel az erőmérő cella rugalmasan viselkedik és a rugalmas tulajdonságok elvileg függetlenek az igénybevétel sebességétől, ezért a statikus és a dinamikus hitelesítés eredményének meg kellene egyeznie. Ezzel szemben a gyakorlatban a statikus és a dinamikus hitelesítés eredménye jelentősen eltérhet egymástól. Az eltérés oka lehet a bélyegragasztó dinamikus hatásokkal szembeni érzékenysége, továbbá a jelátadó rendszer jellemzőinek a jelátadás sebességétől való függése, valamint befolyásolhatja az ütőmű dinamikus viselkedése, az ütőmű kialakítása, a kalapács merevsége is.

A műszerezett ütőmű hitelesítésére vonatkozóan a szakirodalom és a létező szabványajánlások több lehetséges módszert tartalmaznak. Az ASTM szabványajánlás [3] dinamikus kalibrálást javasol egy terhelési sebességre érzéketlen anyagból készült Charpy-V próbatesttel. A DVM-001 előírás [4], az ESIS TC-5 Sub-Committee által készített szabványajánlás-tervezet [8] – ami tulajdonképpen az új ISO szabvány alapján szolgált sok tekintetben – a beépített ütőművel elvégzett statikus kalibrálást tartalmazza. A gyakorlatban elterjedten használt egy másik dinamikus kalibrálási módszer is, amely az erő-út diagram alatti terület és a

mért ütmunka egyenlőségének feltételezésén alapul [5, 6, 7, 9]. Az [5]-ben egy lehetséges dinamikus kalibrálási módszerként említik a különböző energiákkal végrehajtott „low-blow” vizsgálatot.

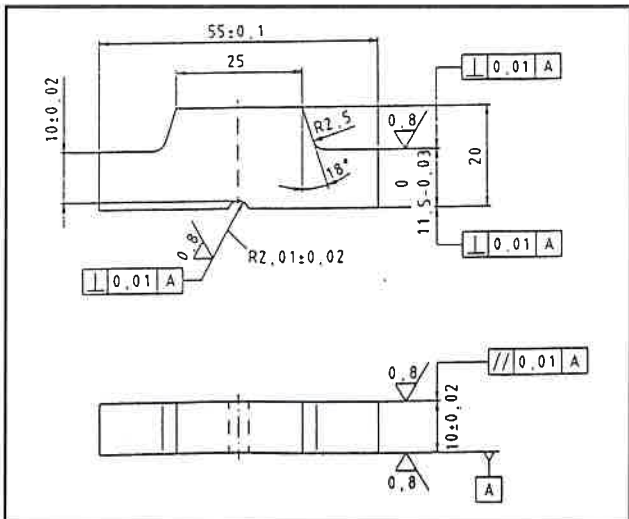
Ezen kalibrálási módszerek összehasonlítására több vizsgálatosorozatot is végeztünk a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékének anyagvizsgáló laboratóriumában lévő PSD 300/150 típusú műszerezett ütművön. Az ütgép feje U alakú, kiszerezhető ütőlélek oldalfelületein 2 db nyúlásmérő bélyeg van elhelyezve. A berendezés és a mérőrendszer sematikus rajzát az 1. ábra mutatja.



1. ábra. Műszerezett ütmű és a mérésadatgyűjtő rendszere
 1 Szög mérés; 2 PSD 300 /150 ütmű; 3 Műszerezett ütőél;
 4 Mérőbélyegek; 5 Mágneses- és elektro-emissziós érzékelők;
 6 Optikai trigger egység; 7 Triggerelő zászló; 8 Tápegység és erősítők;
 9 Idő kijelző; 10 Digitális tárolás oszcilloszkóp; 11 PC;
 12 GPIB kártya; 13 Printer

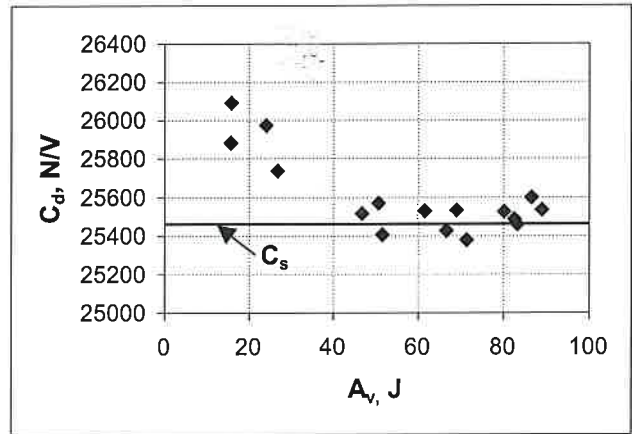
Statikus kalibrálás

Az új ISO szabvány [2] szerint a mérőrendszer kalibrációja a gyakorlatban statikusan végezhető, és a kalibrálást a kalapácsba beépített ütőlélel (in-situ) ajánlott elvégezni. Ezt pl. úgy lehet végrehajtani, hogy az ütműhöz egy speciális terhelőkeretet rögzítünk, amin egy kalibrált erőmérő cella van. Ennek segítségével az ütőlélet egy, a szabvány által javasolt kialakítású, edzett acélból készített támaszhoz (2. ábra) nyomjuk folyamatosan növekvő erővel. (A támaszban kialakított bemélyedés az ütővizsgálat közbeni Brinell-deformáció miatt kialakuló kontakt feltételeket próbálja modellezni.) A műszerezett ütőél jelét ezek után összevetve a hiteles mérőcella jelével, meghatározható a műszerezett ütőél jellemző statikus kalibrációs tényező (C_s) (3. ábra).



2. ábra. A műszerezett ütőél (2 mm-es sugarú) kalibrálásához javasolt támasz

Ahogy az a 3. ábrán látható, a C_s értéke nem állandó, függ az erő értékétől. A gyakorlatban elfogadható kalibrációs tényező értéket kaphatunk, ha az állandósult szakaszban szereplő értékek átlagát képezzük.



3. ábra. Beépített ütőlélel végzett kalibrálással meghatározott statikus kalibrációs tényező függése a terhelő erőtől

A statikus kalibrálás elvileg kiszerezelt ütőlélen is végezhető úgy, hogy pl. az ütőlélet egy szervohidraulikus szakítógépen folyamatosan növekvő erővel terheljük. Közben mérjük egyrészt a szakítógép erőmérő cellájának a jelét (F_s), valamint az ütőlélen lévő mérőbélyegekről a hozzájuk tartozó erősítőn keresztül érkező feszültségelet (U_i). Az ütőél műszerezése akkor jó, ha a kapott diagram egyenes. Ebből az egyenesből egy tetszőleges pontban számítható a statikus kalibrációs tényező:

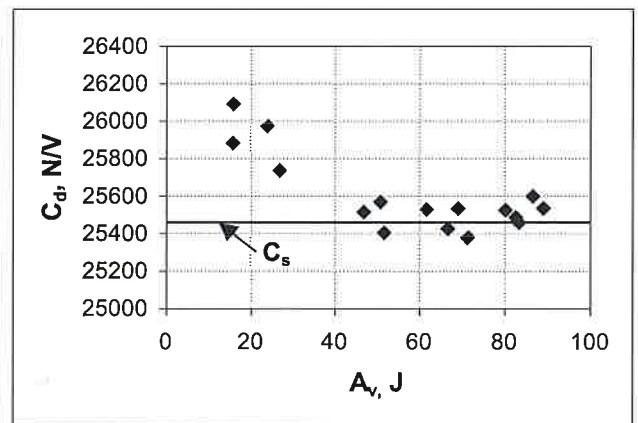
$$C_s = \frac{F_s}{U_i} \quad , \quad N/V \quad (1)$$

Dinamikus kalibrálás az erő-idő diagram alapján

Ennél a kalibrálási módszernél feltételezzük, hogy az erő-idő diagram alatti területből számított energia (A_{sz}) megegyezik az ütműről leolvasott energiával (A_v). Az elkövetett hiba annak az energiahányadnak a nagyságától függ, ami az ütgépben nyelődik el a rezgéseken keresztül. (Ez az energia nem jelenik meg az erő-idő diagramban.) Ez az energiahányad pedig annál kisebb, minél nagyobb a próbatest ütmunkája. Figyelembe véve az inga sebességének a változását az ütés közben a dinamikus kalibrációs tényező számítható [7]:

$$C_d = \frac{mv_0}{T_f} \left\langle 1 - \sqrt{1 - \frac{E_d}{\frac{1}{2}mv_0^2}} \right\rangle \quad , \quad N/V \quad (2)$$

ahol: v_0 – a kalapács sebessége az ütés előtt, m/s;
 m – a kalapács redukált tömege, kg;
 T_f – a feszültség-idő diagram alatti terület, V.s, azaz:



4. ábra. A dinamikus kalibrációs tényező változása a törési energia függvényében

$$T_f = \int_{t=0}^{t_f} U(t) dt \quad (3)$$

A dinamikus kalibrációs tényező valamennyi elvégzett műszerezett ütővizsgálatnál meghatározható, de a megbízható vizsgálati eredmények érdekében célszerű a kiértékelési számításoknál több mérés átlagából számított kalibrációs értéket használni, és ehhez a nagyobb ütőmunka tartományban végezni a kísérleteket. Ahogy azt a 4. ábra is mutatja, a nagyobb ütőmunka tartományban végzett kísérletekből kapott kalibrációs tényezők jó egyezést mutatnak a statikus értékkel, míg az alacsonyabb ütőmunka értékeknél jelentős eltérés mutatkozik.

Dinamikus kalibrálás terhelési sebességre nem érzékeny ötvözetből készült próbatesttel

A dinamikus kalibrálás történhet terhelési sebességre nem érzékeny, előzetesen pontosan megvizsgált, ismert tulajdonságú modellanyagból készült V-bemetszésű próbatestek segítségével. Az ASTM E24.03.03. [3] szabványajánlás kétféle modellanyagot javasol: az ASTM 6061-T651 jelű Al-ötvözetet és az ASTM 4340 jelű acélt. A kalibrálás történhet maximális erő illetve ütőmunka alapján.

Mi a hitelesítést az Al-ötvözetből készült próbatesteken végeztük el maximális erőre:

Először Charpy-V próbatesteken statikus hajlítóvizsgálatokkal meghatároztunk egy átlagos maximális erőt: $F_{max} = 6086 \pm 50 N$.

Ez után ütővizsgálatokat végeztünk, és a felvett feszültség-ido diagramok maximális feszültségeinek átlagát határoztuk meg:

$$J_m = 0,625 \pm 0,03 V$$

Ezek után a dinamikus kalibrációs tényező:

$$C_{d2} = \frac{F_{max}}{U_m} = 9746 N/V. \quad (4)$$

Dinamikus kalibrálás „low-blow” vizsgálattal

A „low-blow” vizsgálat tulajdonképpen egy kis energiával (néhány J) végrehajtott ütés. Ez a technika úgy használható fel a műszerezett ütőel dinamikus kalibrálására, hogy egy nagy szilárdságú acélból készült, bemetszés nélküli ütőpróbatestet olyan kis magasságból elengedett ütőkossal ütünk meg, hogy a próbatestben csak rugalmas alakváltozás következzen be. Ha a próbatestben csak rugalmas deformáció történt, és elhanyagoljuk az ütőműben elnyelt energiát, akkor a kalapács sebessége az ütközés előtti v_0 értékről az erő-ido diagram maximális pontjához tartozó időpillanatig (t_m) $v=0$ értékre csökken. Feltételezhetjük továbbá, hogy a kalapács sebessége egyenletesen lassul, ezért az átlagsebessége $v=v_0/2$ -nek tekinthető. Így a kos ütközés előtti kinetikus energiája egyenlő az erő-ido diagram alatti területből számolt energiával (E_m), ami a maximális erő értékig felemésztett energia. Ez alapján a dinamikus kalibrációs tényező:

$$C_{d3} = \frac{mv_0}{T_m}, N/V \quad (5)$$

ahol $T_m = \int_0^{t_m} U(t) dt, V.s.$

Két, különböző műszerezett ütőelre vonatkozó kalibrálási eredményeket tartalmaz az 1. táblázat.

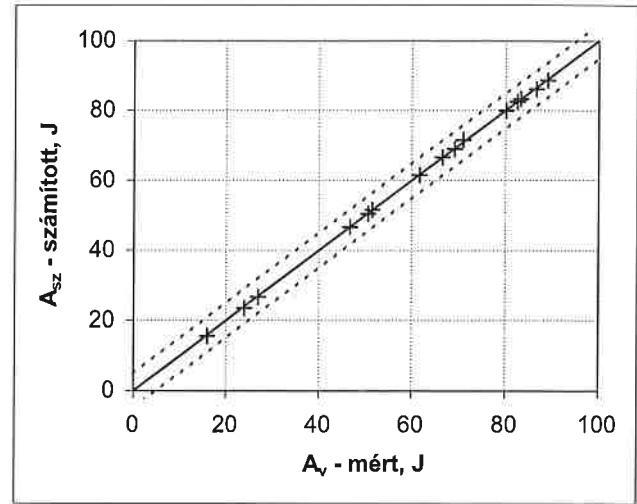
Az eredmények összehasonlítása azt mutatja, hogy a statikus és a dinamikus kalibrációs tényezők között 0,1–17% eltérés is lehet a mérési módszertől függően. A statikus kalibrációs tényezőtől a legkisebb eltérés a sebesség-érzékenlen modellanyaggal végzett vizsgálatnál, illetve az in situ statikus kalibrálás alkalmazásakor a dinamikus kalibrálással adódott.

A műszerezett ütőel kalibrálásának jósága

A kalibrálás jóságát egyszerűen lehet ellenőrizni az ISO szabványban szereplő javaslat alapján, mely szerint a mért és számított energia eltérése nem lehet $\pm 5 J$ -nál nagyobb. Egy jól műszerezett és kalibrált ütőművel végzett mérések eredményeit mutatja az 5. ábra.

1. táblázat
Különböző módszerrel meghatározott kalibrációs tényezők

Statikus kalibrációs tényező	Dinamikus kalibrációs tényezők		
	Erő-ido diagram alapján	Al-próbával	Low-blow vizsgálattal
C_s , N/V	C_{d1} , N/V	C_{d2} , N/V	C_{d3} , N/V
1. ütőel: Kiszerezelt ütőel	9480	10880	9746
2. ütőel: Beépített ütőel	25462	25488	29826



5. ábra. A mért és számított törési energia értékek összehasonlítása

Összefoglalás

A hagyományos és műszerezett ütőművek hitelesítési és kalibrálási módszereinek elemzése azt mutatja, hogy:

1. A hagyományos ütőgépek hitelesítése elsősorban a berendezés geometriai pontosságának illetve a törési energia mérési pontosságának ellenőrzésére terjed ki. Az erre vonatkozó előírások és módszerek teljes körűen szabványosítottak.

2. A műszerezett ütőgépek hitelesítése a hagyományoshoz hasonlóan végzendő. Többet követelményt és feladatot jelent a műszerezett ütőelnek mint erőmérő cellának a kalibrálása, illetve a mérőrendszerrel szemben támasztott mérés technikai követelmények kielégítése és ellenőrzése.

3. A műszerezett ütővizsgálat mérés technikai követelményeire vonatkozóan az új ISO szabvány tartalmaz előírásokat. A műszerezett ütőel kalibrálási módszerére azonban nincs kötelező érvényű előírás.

4. A műszerezett ütőel erőmérő cella kalibrálására a gyakorlatban több módszer is elterjedt, amelyek közül leginkább a beépített ütőel-vel végzett statikus kalibrálást alkalmazzák. Ennek pontossága megfelelő műszerezés és mérőrendszer esetén általában megfelel az ISO szabvány által támasztott követelményeknek.

Irodalomjegyzék

- [1] MSZ EN 10045-2: Az ingás ütőgépek hitelesítése, 1994.
- [2] ISO 14556: Charpy V-notch pendulum impact test – Instrumented test method, 1999.
- [3] Recommendation ASTM E 24.03.03., Proposed Standard Method of Test for Instrumented Impact Testing of Pre-cracked Charpy Specimens of Metallic Materials, 1980.
- [4] DVM 001 Merkblätter, Meßtechnische Anforderungen beim instrumentierten Kerbschlagbiegeversuch, DVM September 1986.
- [5] Ireland, D.R.: Procedures and Problems Associated with Reliable Control of the Instrumented Impact Testing, (ASTM STP 563, American Society for Testing and Materials, 1974. p. 3-29.)
- [6] Gillemot F., Szabó L.: Dinamikus törésmechanikai vizsgálatok továbbfejlesztése, MTA Központi Fizikai Kutató Intézet OKKFT 11/A. 4.2.6. jelentés, 1983.
- [7] S. Winkler: Dynamische Kraftkalibrierung von Pendelschlagwerken, Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg T 2/88, 1988.
- [8] Proposed standard method for instrumented Charpy-V impact test on metallic materials, Draft 10, ESIS Technical Sub-Committee on Dynamic Testing at Intermediate Strain Rate, 1994.
- [9] Tóth L., Romvári P.: Műszerezett ütővizsgálattal felvett erő-ido diagramok értékelése, Gép, (18) 1976/12. p. 442-445.

Kalibrálás különleges viszonyok figyelembevételével és a kalibrált eszközök nyilvántartási rendszere

Kocsis József – Dr. Gillemot László

Az ABB Alstom Power Hungária Rt. – korábban ABB Power Generation Kft., még korábban Láng Gépgyár vagy jövőbeli nevén Alstom Power Hungária Rt – ISO 9001 szerint akkreditált vállalat, amely nagy hangsúlyt helyez a minőség biztosításra beleértve a minőségellenőrzést is. Ezt mi sem bizonyítja jobban mint az, hogy bár az ISO 9001 minősítés kiterjed a minőségellenőrzésre is, a vállalati tervek között még is szerepel, hogy mind az anyagvizsgáló, mind pedig a kalibráló-laboratórium szerezzék meg a közel jövőben az EN 45001 (illetve ISO 17025) szerinti minősítést is annak ellenére, hogy sem korábban nem tettük és a jövőben sem tervezzük ezt szolgáltatásként nyújtani.

Vállalatunk erőművi berendezéseket, illetve annak komponenseit gyártja. Ezek némelyike a több 10 m-es méretet és a 100 tonnát is meghaladja, ugyanakkor a szerkezetek a szokványos kisméretű gyártmányokat is magukba foglalják. Így adódik, hogy a laboratórium feladata közé tartozik a 0 ... 150 mm-es tartományban működő tolmérőktől, vagy az ennél még kisebb mérés határú mikrométerektől az 5000 mm-ig terjedő mérőeszközök kalibrálása. Nem ritka, hogy turbinák esetében 3000 ... 5000 mm-es méretekhez IT7-es fokozatú tűrés tartozik.

A következőkben két problémával foglalkozunk:

1. Az ipari gyakorlatban ritkán használt nagyméretű eszközök kalibrálásának néhány különlegességeivel. A kisméretű eszközöknél az általános gyakorlat, hogy a tényleges mérés során – amennyire csak lehet – törekedni kell a laboratóriumban megteremthető körülmények reprodukálására, míg, amint ez később látható, a nagy méretek meghatározásánál nem is lehet ez cél, tehát ott a laboratóriumban kell modellezni a valóságos mérés adottságait. Ez azt jelenti, hogy ilyenkor a szokásostól eltérő módszereket kell alkalmazni.

2. Hogyan lehet azt biztosítani, hogy a dolgozók valóban mindig kalibrált mérőeszközökkel dolgozzanak.

Míg az első probléma inkább műszaki jellegű, az utóbbi szervezés-technikai kérdés, de egy sok mérőeszközt használó közepes- vagy nagyvállalat esetében más felkészültséget igényel.

A nagy méretek pontos meghatározása

Az 1. ábra a különböző, a gyakorlatban előforduló feladatokat mutatja be, ahol egyaránt előfordul, hogy külső (a), illetve belső felületeket (c) kell mérni, amelyek akár lépcsős kiképzésűek (b, d) is lehetnek, illetve nagyon gyakori a horony méretének meghatározása is (e).

A különböző alakú munkadarabok méréséhez, célszerűen kialakított tapintók készültek, amelyek a mérőeszköz tartozékát képezik.

A kalibrálás lényege: a mérőeszköz vagy mérési eljárás mérési hibáinak a meghatározása. Ehhez speciális méréseket végzünk, amelyhez a mérendő mennyiséget megtestesítő etalon magunk állítjuk elő. Ez biztosítja a mérendő mennyiség helyes értékének a megismerését. A kalibrált mérőeszközzel vagy eljárással meghatározott mérési eredményeket ezután össze lehet hasonlítani az etalonnal reprodukált értékekkel a hibák meghatározása céljából. A kalibrálás azon műveletek összessége amelyekkel – meghatározott feltételek mellett – megállapítható az össze-

függés egy mérőeszköz kijelzése vagy egy mértéknek, anyagmintának tulajdonított értéke és a megfelelő mennyiség etalonnal mért vagy reprodukált értéke között.

A kalibrálás lehetővé teszi a mérendő mennyiség egyes értékeinek és a mérőeszköz megfelelő kijelzéseinek egymáshoz rendelését vagy az egyes korrekciók meghatározását.

Meghatározhatók további metrológiai jellemzők, pl. a befolyásoló jellemzők (hőmérséklet) hatásai is. A kalibrálás eredményét jegyzőkönyvben és/vagy bizonyítványban rögzítjük.

A kalibrálás különlegességét vállalatunknál a nagy méretek mérése jelenti. A bemutatandó példán a feladat egy 5000 mm-es belső átmérő mérése, melynek tűrésmezeje 0,8 mm szélességű volt. A mérőeszköz kalibrálását kétféle módon kellett elvégezni.

Az Unimaster belső és külső méretek mérésére egyaránt alkalmas, a mérőerő iránya megfordítható. Az 1. ábrán különböző mérési feladatokat mutattunk be, melyekhez megfelelő tapintók állnak rendelkezésre.

Alátámasztás az Airy-pontokon

Airy-pontokon történő alátámasztás ideális helyzetet teremt a mérőeszköznél. Ebben a helyzetben ellenőrizhető a mérőeszköz helyes összeépítése és a névleges méretre történő kalibrálása.

Airy-pontok azok az alátámasztási pontok, amelyek biztosítják az alátámasztott mérőeszközök véglapjainak párhuzamosságát. Értéke: $0,2113 \cdot L$ ($L = a$ mérőeszköz hossza), amelyet a véglapoktól visszámérve kapunk meg. Ezek a pontok a nagyméretű mérőhasábokon gyárilag be vannak jelölve. A valóságos körülmények között a mérést végző két dolgozó sem tudja biztosítani, hogy a mérőeszköz megfogása az Airy-pontokon történjen.

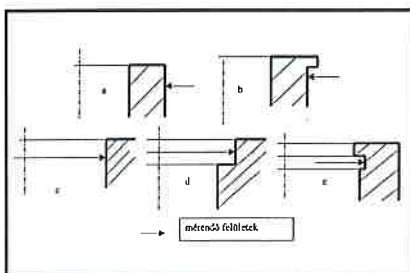
Az 5000 mm-es hosszt 500, 600, 700, 800, 900, és 1000 mm-es mérőhasábokból állítottuk össze. A mérőhasábok a végeiktől számított 25 mm-es távolságban 10 mm-es furattal vannak ellátva. Az összeszerelésükhöz megfelelő kengyeleket használtunk. Az 5000 mm-es hossz véglapjaihoz határolókat szereltünk fel.

A következő lépés az Unimaster elnevezésű mérőeszköz összeépítése volt. A végeire olyan tapintókat kellett szerelnünk, amelyeknek a mérőfelülete nem esett a mérőeszköz tengelyvonalaiba. Az 5000 mm-es hossza szerelt használati etalon és a mérőeszköz pontos összevezetését házilag készített alátámasztásokkal és prizmákkal oldottuk meg úgy, hogy a mérőeszközt is a saját Airy-pontjain támasztottuk alá. A mérőeszköz hibája: $-0,03$ mm volt. A hiba nagysága ezen a hosszon elhanyagolható, ezért részletes elemzését nem végeztük el.

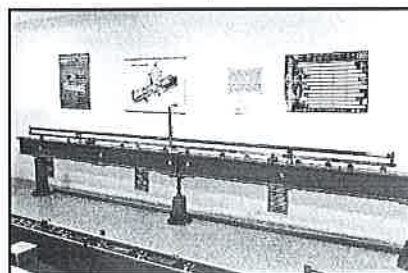
A hiba adódhatott a mérőeszköz egyes tagjainak saját hibájából, a teljes méretre összeszerelt mérőeszköz kismértékű alakhibájából és a kettő kombinációjából is. A mérőerőt a mérőeszköz saját rugóereje biztosította. A mérőeszköz hibáját korrigáltuk. A mérési elrendezést mutatja a 2. ábra.

Kalibrálás a gyakorlati mérés modellezésekor

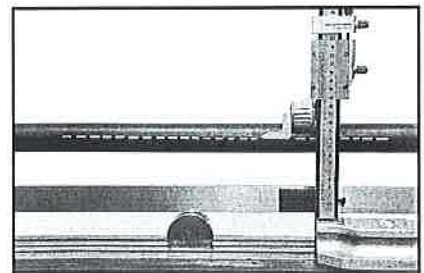
Ezt a kalibrálást azért kellett elvégezni, mert a munkadarab meg-



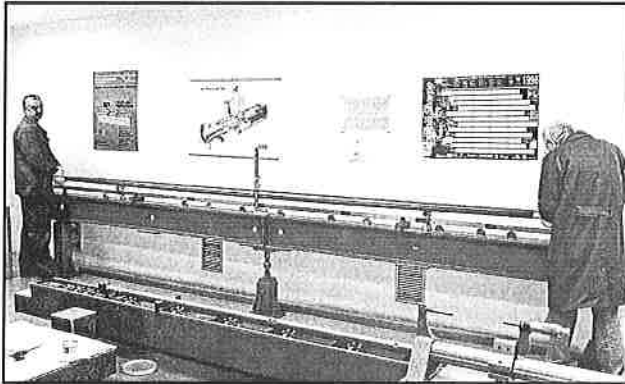
1. ábra. Különböző mérési feladatok vázlata



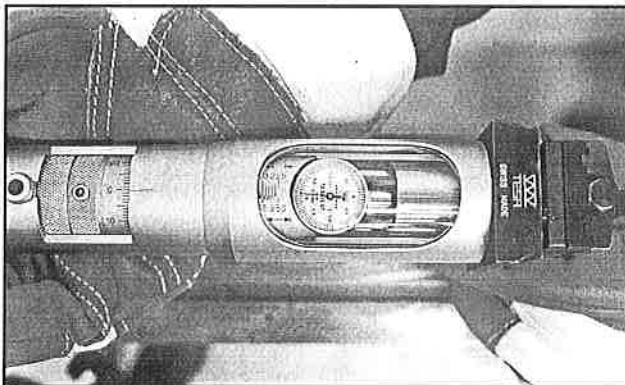
2. ábra. A mérési elrendezés



mérések az alátámasztási pontok (a megfogási helyek) ergonomiai szempontból a mérőeszköz végéhez olyan közel kerültek (kb. 150 mm), hogy a mérést csak így tudtuk elvégezni. Így egy behajlott mérőeszközt kellett kalibrálni (3. ábra). A behajlás miatt a mérőeszköz hossza az egyenes helyzethez képest rövidült, míg a két végére rögzített tapintók a függőleges irányhoz viszonyítva elfordultak. E kettős hatás eredményeként a tapintók mérőfelületei közötti távolság nagyobb lett 5000 mm-nél.

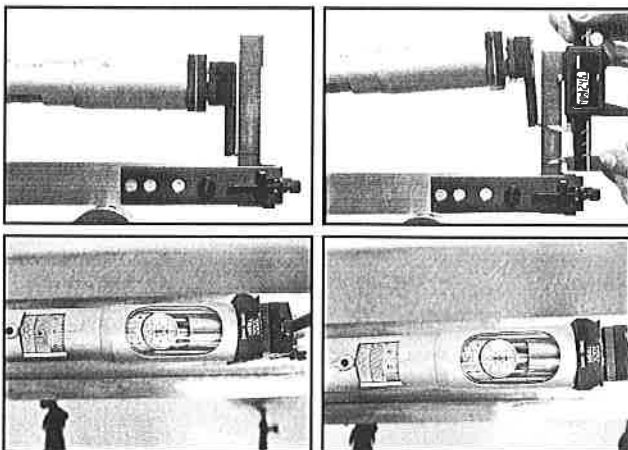


3. ábra. A mérés (megfogás) modellezése a laborban



4. ábra. A mérőóra kijelzésének megváltozása

A mérőóra maximális kitérése $\pm 0,4$ mm. A tényleges hosszváltozás meghatározásához a null-helyzet visszaállítása szükségessé vált, amit a felvételen (4. ábra) látható nóniusz skála elforgatásával oldottunk meg. Ez az érték 1,43 mm-re adódott. Ez után nulláztuk a mérőeszközt. Amint látható, a hiba jóval meghaladta a megadott tűrésmezőt is. A mérőeszköz 32,5 mm-t hajlott be. Ezt érzékelteti a 5. ábra, amelynek bal oldalán az Airy-feltámasztással létrejött helyzet, míg a jobb oldalán a



5. ábra. Az Airy- és a tényleges mérési alátámasztású mérőeszköz véghelyzete, illetve hosszúság-változása

gyakorlati mérés során megvalósítható alátámasztás utáni állapot látható. A felső képek a mérőeszköz végének szögelfordulását, illetve megemelkedését, míg az alsó képek a méretváltozást szemléltetik.

A kalibrált mérőeszköz adatai:

L = hossz:	5000	mm
h = behajlás:	32,5	mm
k = korrekció:	-1,43	mm

Természetesen a mérőeszköz más méretre is kalibrálható, azonban ezeket a műveleteket minden nagy méret mérésekor el kell végezni!

A kalibrált mérőeszközök nyilvántartási rendszere

A hosszmérő és anyagvizsgáló eszközöket egy Lotus Notes bázisú, vásárolt és a vállalati igényekhez igazított ISO Achiever Plus nyilvántartó programban tároljuk.

Az adatbázisban mintegy 9000 mérőeszköz szerepel, köztük a már a forgalomból kivontak is.

A vállalatunknál jelenleg is megközelítően 3000 mérőeszköz van forgalomban, ezek egyrésze egyszer a vásárlást követően kerülnek kalibrálásra (pl. acél mérőszalagok) és addig vannak forgalomban, amíg meg nem sérülnek, vagy a kopásuk miatt kell a pótlásukról gondoskodni. Megközelítően 2000 eszköz (elsősorban méret- és nyomásmérők) kalibrálása az éves feladat, beleértve azokat is, amelyeknek a kalibrációja – sajnos néhány dolgozónk figyelmetlensége miatt – már nem érvényes. Ennek a feladatnak megoldásában nyújt nagy segítséget az ISO Achiever Plus program, amely a korábbi Excelre épülő adatbázist váltotta fel.

A mérőeszközök betű és szám kombinációból álló kódjelet kaptak. A betűk a mérőeszközök nevéből képzett, rájuk jellemző rövidítések, a számok pedig a mérőeszközök felső méréshatárát jelző számból és egy sorszámból állnak.

A mérőeszközökre feltüntettük az azonosító számát, valamint egy öntapadó címkét ragasztottunk fel, amely tartalmazza a kalibrálás érvényességének idejét (év/hét) valamint a mérőeszköz számát.

A kódjellel minden mérőeszköz beazonosítható, „életútja” nyomon követhető a beérkezésétől a selejtezéséig. A program lehetővé teszi a különböző szempontok szerinti listázást, például: időköz, tárolóhely, pontossági osztályba sorolás, javítás alatt, nem található, használatból kivonva.

Minden hónap végén elkészítjük a következő hónapban kalibrálandó mérőeszközök listáját. E lista alapján kérjük be a dolgozóktól és a gazdasági egységektől a kalibrálandó mérőeszközöket.

A program lehetővé teszi a mérőeszköz pillanatnyi tárolási helyének, kalibrálási állapotának, pontossági osztályba sorolásának azonnali megállapítását. A mérőeszköz adataiban bekövetkezett változásokat két munkahelyen lehetséges módosítani, de mindenki láthatja, akinek ez fontos (pl. ellenőrzések megtervezése, audítáló kérdőívek kitöltése):

- a kalibráló-laboratóriumban (minden adat módosítható),
- a szerszámkiadóban (csak a tárolási hely, és a költséghely változtatható),
- minden más munkahelyen a – hozzáférési jogosultság függvényében – a nyilvántartó program adatai megtekinthetők.

Összefoglalás

Az ABB Alstom Power Hungária Rt. nagy súlyt fektet a minőségbiztosításra, ezen belül arra, hogy a dolgozók csak hitelesített berendezéseket (mechanikai és roncsolásmentes vizsgáló- illetve kalibrálóeszközöket), illetve kalibrált mérőeszközöket használjanak. Ezt egyrészt külső cégek megbízásával, másrészt saját kalibráló-laboratórium üzemeltetésével, illetve egy korszerű számítógépes eszköznyilvántartó rendszer használatával érjük el.

A rutinfeladatokon túlmenően a kalibrálás során egyedi műszaki megoldásokat is ki kell dolgoznunk, amelyre bemutattunk egy példát.

Kalibráció a roncsolásmentes anyagvizsgálat gyakorlatában

Szűcs Pál*

Az anyagvizsgáló szakember, dolgozzék akár MSZ EN 45001:1991 szerint akkreditált vizsgáló-laboratóriumban, akár ISO 9002:1994 szerinti minőségügyi rendszerrel tanúsított munkahelyen, rendszeresen szembesül mérőeszközöknek, vizsgálóműszereknek működőképesség és pontosság (kalibráltság) szerinti ellenőrzésével.

A kiinduló pont az 1991. évi XLV. törvény, de ebből csak az derül ki, hogy joghatással járó mérést – és minden, harmadik fél részére végzett vizsgálat az, vagy az lehet – csak hitelesített vagy kalibrált mérőeszközzel végezhetünk. A roncsolásmentesen vizsgáló laboratóriumok részére az MSZ EN 45001:1991 szabvány 5.3.3 pontja ad érdemi eligazítást a mérő- és vizsgálóberendezések kalibrálásának módjára, működtetésére.

Ezek szerint a rendszer jól szabályozott és áttekinthető – vagy mégsem? Próbáljuk vizsgáló eljárásunként sorba venni a tennivalókat és a lehetőségeket.

A személyzet

Hazánkban anyagvizsgáló szakképesítést az 1993. évi LXXVI törvény, a 18/1995 (VI.6.) IKM rendelet és a 22/1997 (XII.30.) MüM rendelet alapján lehet elérni. A kétfokozatú, államilag elismert szakképesítés határozatlan időre szól, időszakos továbbképzést (kivétel a radiológus szakma) nem ír elő. A 45/1995 (IX.21.) IKM rendelet a jogilag szabályozott területen tevékenykedő roncsolásmentes anyagvizsgálók részére kötelező szabványként bevezette az MSZ EN 473:1994 szabványt. E szabvány szerinti tanúsítást csak az államilag elismert szakképesítés birtokában, a szabványban előírt eljárásrend szerint lehet elnyerni. Az MSZ EN 473:1994 szabvány meghatározza a roncsolásmentes anyagvizsgáló alkalmasságát, és szabályozza, melyik fokozat birtokában követelhető meg a vizsgálóeszköz működőképességének ellenőrzése az anyagvizsgálótól, és mi a szükséges feltétele a mérőműszer kalibrálásának.

A roncsolásmentes anyagvizsgálónak évente látásélesség és színkontraszt vizsgálaton kell részt vennie. A látásélesség vizsgálatnak azt kell igazolnia, hogy az anyagvizsgáló szabad szemmel vagy szemüveggel képes 30 cm távolságból elolvasni a minimálisan „1. Jaeger-szám” (ez megfelel a 4 pont nagyságú Times Roman betűnek) nagyságú szöveget. A hazai gyakorlatban Csapody: Látáspróbák (Medicina, 1980) című könyvének mellékletében fellelhető olvasótáblát használják, amely az N1-N13 nagyságú betűkkel írt bekezdéseket I-XIII. számokkal jelöli. Tehát látásélességünknek a Csapody IV-et kell kielégítenie (MSZ EN 473:1994 6.3 pont).

A szabvány 5.3.1 és 5.3.2 pontjai szólnak arról, hogy csak a 2. fokozatú roncsolásmentes anyagvizsgáló kell hogy képes legyen a vizsgálóberendezés kalibrálására.

Vizuális vizsgálatok

A vizuális vizsgálat legelterjedtebben használt „műszerének”, szemünknek „kalibrálása” után vegyük sorra a szemrevételezéshez használt eszközöket. Ezek sorában hossz- és szögmérő eszközöket és optikai eszközöket különböztetünk meg.

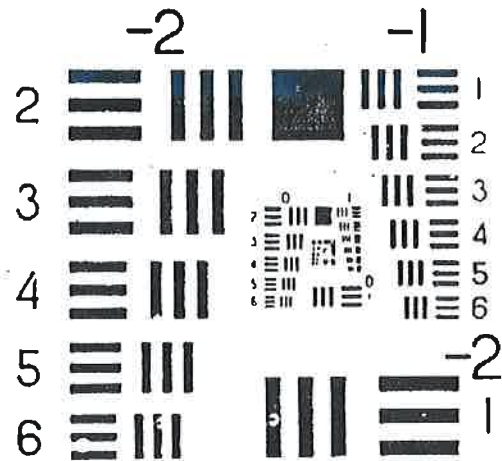
A hosszmérő eszközök kalibrálása egyszerűen megoldható hitelesített mérőhasáb-készlet birtokában. A mérés menete és kiértékelése a VT-2 tanfolyamok anyaga. A mérőhasáb-készlet hitelesítését az OMH vállalja. A hitelesített készlet birtokában, megfelelő környezeti felté-

teleket (mérőszoba) biztosítva, a kalibrálást metrológus képesítésű, vagy VT-2 végzettségű, a munkáltató által erre felhatalmazott (munkaköri leírás) kolléga elvégezheti.

A kalibrálás gyakoriságát nem írja elő jogszabály, a különböző országok ajánlásai eltérő kalibrálási gyakoriságot javasolnak. Ez érthető is, hiszen az adott műszer típusa, a használat gyakorisága és körülményei eltérő rendszerességet, illetve rendkívüli felülvizsgálatot, kalibrálást igényelnek. A vizsgáló-laboratórium minőségügyi kézikönyvében szabályozni kell az egyes mérő- és vizsgálóműszerek kalibrálásának módját (eljárásrend, kalibrálási utasítás), gyakoriságát és a kalibrálást végző személyét.

Az optikai eszközök kalibrálásához hitelesített kalibrálóábrákat használunk. A mérőmikroszkópokat hitelesített optikai rács segítségével lehet kalibrálni. A különböző típusú endoszkópok és videorendszerek kalibrálásához beállítóábrákat használunk. Ezek egyaránt lehetőséget nyújtanak a felbontóképesség, a nagyítás és a lencserendszer elmozdulásából adódó torzítások (asztigmatizmus, hordósság) észlelésére, meghatározására. A kalibráláshoz több vonalrendszer is használatos, a műszerek gyártói ezek kombinációjából alkotják meg saját beállítóábrájukat (pl. 1. ábra). A műszer beszerzésekor tanúsítvánnyal rendelkező beállítóábrát is rendelni kell.

United States Air Force Resolution Test Chart



This type of test chart is used to measure the resolving power of an optical system. The resolution of the two inspection scopes shown in Figure 2 was evaluated by similar testing.

1. ábra

Folyadékbehatolási vizsgálat

A folyadékbehatolási repedésvizsgálat az MSZ 7876:1986 és MSZ 7878:1986 szabványokban kellően körülhatárolt. A szabványok rendelkeznek a vizsgálóanyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak ellenőrzéséről; ezek

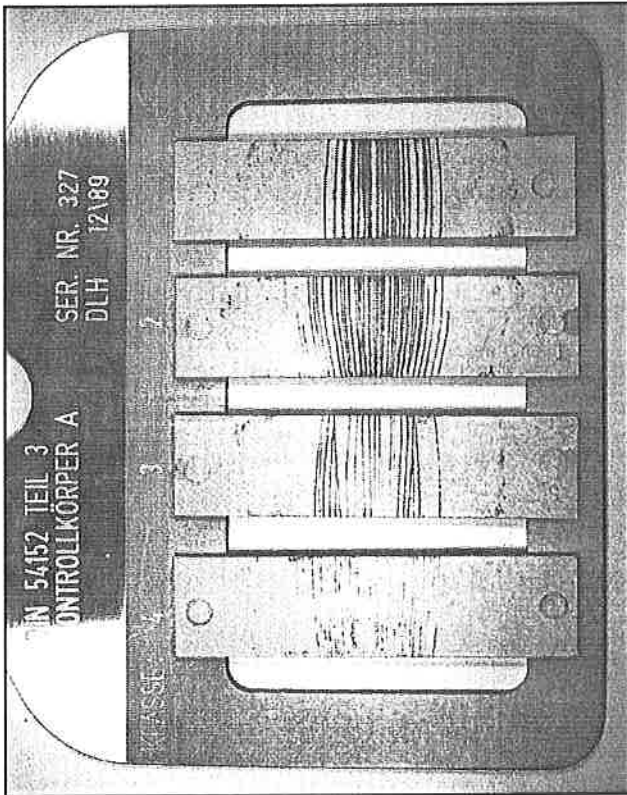
* ORSZAK Bt.

- a jelzőfolyadék sűrűsége (areométer), színintenzitása, összeférhetősége a vizsgálandó anyaggal, nedvesítő-képessége (csepp-próba);

- az előhívó tisztasága, sűrűsége (areométer), összeférhetősége a vizsgálandó anyaggal.

A folyadékbehatolásos rendszer működőképességét legalább naponta, de ezen belül a vizsgálati körülmények megváltozásakor is **ellenőrző testek** segítségével ellenőrizni kell. Az ellenőrzés eredményét az ellenőrző test dokumentumával kell összevetni.

Az MSZ 7879:1986 szabvány melléklete három csoportba osztja az ellenőrző testeket:



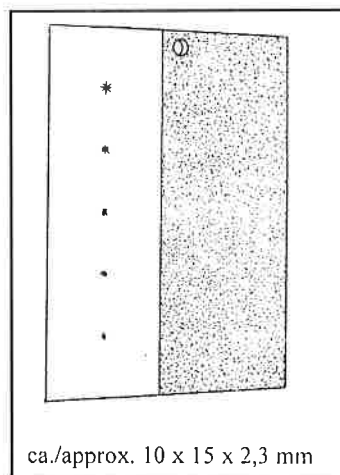
2. ábra

Krómozott ellenőrző testek (alakítással repesztett, pl. hajlítással, mint a DIN 54152/3 – 2. ábra –, illetve az EN 571/3 szerinti; vagy golyó benyomásával: 3. ábra).

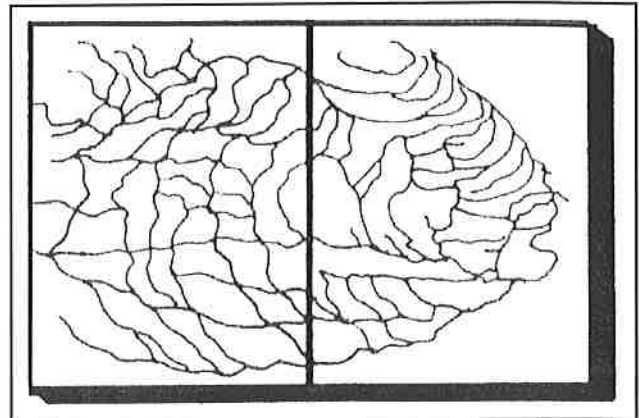
Ötvözött alumíniumból készült ellenőrző testek (edzéssel repesztett) pl.: az ASME V. szerinti (4. ábra) ellenőrző test, amelynek „A” oldalát az összehasonlító szerekkel, „B” oldalát a vizsgálatra használt szerekkel kell kezelni.

Használható ellenőrző darabnak ismert, dokumentált hibát tartalmazó próbaalkatrész vagy hőkezeléssel repesztett acéltárcsa is. Az ellenőrző darabokat csak azonos vizsgálat-technológiához, pl. vagy csak fluoreszkáló, vagy csak színes eljáráshoz szabad használni.

Használat után az ellenőrző darabokat gondosan meg kell tisztítani és oldószerben kell tárolni.



3. ábra



4. ábra

Az ultraibolya fényforrás kalibrálása

Az érvényes MSZ 7875:1986 szabvány a 320-400 nm hullámhossz tartományú ultraibolya fényforrás intenzitás-változásának közvetett értékelését írja le.

Az emberi szemre káros 200-300 nm tartományú ultraibolya sugárzás mérésére nincs előírás, és a lámpa, illetve a lámpa + UV-fényszűrő által kibocsátott fény spektrális eloszlását sem szabályozza előírás.

Sem az MSZ 7879:1986, sem az MSZ 17733:1968 szabvány nem ír elő minimális megvilágítási értéket. Az MSZ ISO 4986:1993 szabványban szerepel a legalább 800 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ megvilágítási érték.

Laboratóriumi gyakorlatban elterjedt az UV-lámpák kalibrálása ultraibolyafényerősség-mérővel. Az eljárás során a következőket kell szem előtt tartani:

- az UV-lámpa tápfeszültségét stabilizálni kell,
- az UV-fénymérő érzékelője és a lámpa kilépő felülete közötti távolságot (300–500 mm) pontosan le kell mérni, a megvilágítás iránya legyen merőleges a mérési síkra,
- a fénymérő fotocelláját addig kell mozgatni, amíg a fénysugárzás maximumát nem találjuk meg,
- az UV-fénymérőt hitelesíteni kell.

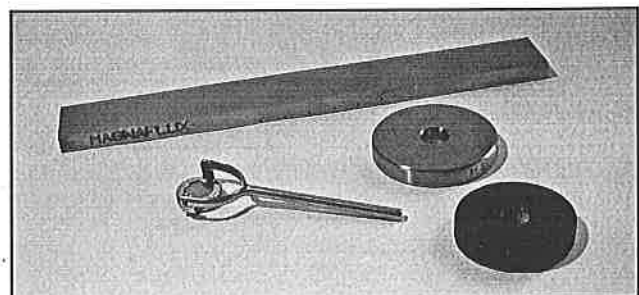
Mágnesezhető poros vizsgálat

A ferromágneses anyagok mágnesezhető poros hibavizsgálatát az MSZ 17733:1968 szabvány tartalmazza. Az eljárás eszközei közül hitelesíthető a mágneses térerősséget mérő műszer, az áramátfolyásos készülék ampermérője, a maradó mágnesezettséget mérő műszer.

A szuszpenzió ellenőrzésére centrifugál kémcső (ASTM-körte) illetve fluxa ellenőrző test használatos. Mivel a fluxa-testbe beépített természetes mágnes helytelen kezelés esetén veszít mágnesezettségéből, ezért kétévenkénti cseréjét javasolja a gyártó.

A centrifugál kémcső csak a mágnesezhető por mennyiségét, a fluxa-test a mágnesezhető por minőségét is ellenőrzi összehasonlító mérés formájában.

Az MSZ 17733:1968 szabvány hibajelző „etalonként” (a szabvány



5. ábra

szóhasználata) a hibakimutató érzékenysége ellenőrzésére a Berthold-tárcsát (5. ábra) és az ék alakú ellenőrző testet sorolja fel. Ismert még az ASTM E 709 szabvány szerinti A3 hibajelző etalon (nyolcszögletű tárcsa), segédvezetékes mágnesezésnél az MTU tárcsa és a Magnaflux ellenőrző hasáb.

Az MSZ ISO 4986:1996 szabvány D melléklete további indikátorokat nevez meg.

Járommágnesekhez a térerősség megfelelőségének ellenőrzésére elterjedten alkalmazzák az emelőképesség vizsgálatot: két pólussal 10 font, egy pólussal 5 font, (4,50 kg illetve 2,25 kg) tömegű ferromágneses lemezt emeljen meg a mágnes.

Ultrahangos vizsgálat

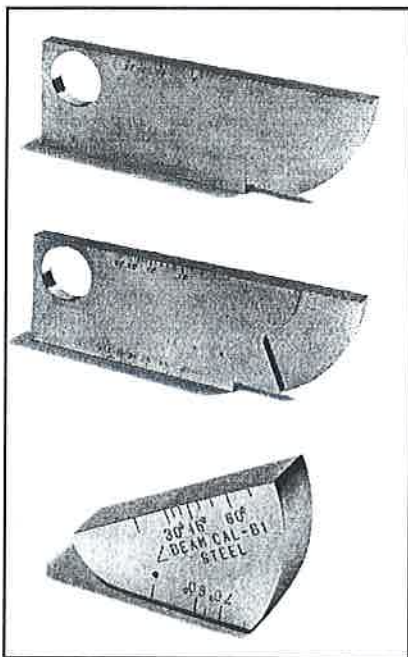
Az ultrahangos vizsgálóberendezés kalibrálására az érvényes hazai szabványok közül az MSZ 7874-2:1987, MSZ 7865-1:1976 és MSZ EN 27963:1995 szabványok használhatók fel.

Az ultrahangos készülékek és fejek kalibrálását az ismert ellenőrző testek segítségével el lehet végezni. Az ellenőrző testek geometriai méreteit MSZ EN 45001 szerint akkreditált kalibráló-laboratóriummal ellenőriztetni kell.

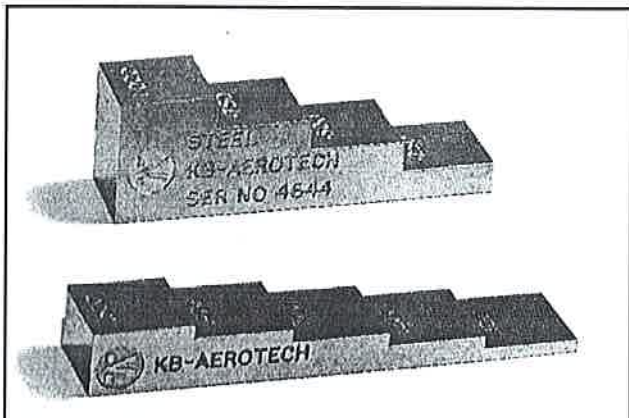
Az ismert ET-1 és ET-2 ellenőrző testnek (6. ábra) 12 és 24 mm széles változata is létezik, utóbbinál az oldalfalak reflexiója nem jelentkezik. ET-3 lépcsős ellenőrző test (7. ábra) a falvastagságmérés és a merőleges fej lineáris kalibrálására szolgál.

Az ultrahangos készülék beállítása ellenőrző testekkel az UT-1, UT-2 tanfolyamok tananyaga.

Ha a készüléket nem lehet az ellenőrző testek segítségével beállítani, szükséges lehet a műszer átvizsgálása, ismételt beállítása. A készülék átvizsgálását a gyártó céggel, vagy a gyártó céggel szerződéses viszonyban álló szervizzel kell elvégeztetni.



6. ábra



7. ábra

Ha a készüléket a gyártó cég vizsgálja át, célszerű megkövetelni az ISO 9001:1994 szerinti tanúsítottaságot, és az átvizsgált készülék új beállítási adatait tartalmazó mérési lap kiállítását.

Ha a készülék átvizsgálását szervizre bízuk, ellenőrizzük, hogy a szerviz szerződéses kapcsolatban áll-e a gyártóval, rendelkezik-e felhatalmazással a műszerek átvizsgálására, illetve rendelkezik-e ISO 9002:1994 szerinti tanúsítottasággal. A szerviztől is meg kell követelni a mérési lap kiállítását.

Az ultrahangos készülék és fejek kalibrálására elmondottak értelem szerint átvihetők az örvényáramos műszerek és szondák, a rezgésmérő műszerek és érzékelők, valamint az akusztikus emissziós műszerek és érzékelők kalibrálására.

Radiográfia

Röntgen- vagy gamma-radiográfiai vizsgálat esetén a sugárvédelmi ellenőrzésekre használt mérőműszer hitelesítés köteles.

Az anyagvizsgálók napi tevékenysége a képminőség jelzők és feketedésmérők alkalmazására korlátozódik. Akár MSZ EN 462-1:1995 szabvány szerinti huzalsoros képminőség jelzőt, akár MSZ EN 462-2:1995 szabvány szerinti lépcsős-furatos képminőség jelzőt alkalmazunk, mindig tanúsítvánnyal együtt szerezzük be őket.

A film helyes megvilágítottaságát feketedésmérő műszerrel ellenőrizhetjük, a műszer hitelesíthető. Sokszor elegendő a Denstep feketedésmérő skála használata. Ezeket a skálákat vagy kalibráló adatsorral kell beszerezni, vagy egy feketedésmérő segítségével magunknak kell kalibrálnunk. A feketedésmérő skálák kalibrálása általában 2 évig érvényes, mert a filmben végbemenő kémiai folyamatok megváltoztatják a feketedést.

*

Röviden igyekeztem vázolni az egyes roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárások alkalmazása során szükséges hitelesítések és kalibrálások körét, a laboratórium személyzete által követhető eljárásokat.

Tudatosan az érvényes magyar szabványok körében maradtam. Azok a laboratóriumok, amelyek külföldi tanúsítással is rendelkeznek, természetesen tudnak további példákat, eljárásokat, ellenőrző testeket. Az EN szabványok átvétele során jelentősen nem fog változni a követendő eljárás, és a vázolt lényegét nem fogja EU-csatlakozásunk megmásítani.

ANYAGVIZSGÁLAT- I

eszközök és műszerek kereskedelme

- Metallográfiai gépek és anyagok
- Ipari mikroszkópok, mérőmikroszkópok
- Képkértékelő szoftverek és hardverek
- Keménységmérő és szakítógépek

Az Ön partnere



GRIMAS

Ipari Kereskedelem

1214 Budapest, Puli sétány 2-4.

Telefon: 420-5883 Fax: 276-0557

E-mail: grimas@matavnet.hu Internet: www.grimas.hu



Harnisch József hozzászólása

A roncsolásmentes anyagvizsgálatban használt ellenőrző és mérő etalonok időszakos ellenőrzése és kalibrálása azért is nagyon fontos, mert ezek az eszközök nagyszámú mobil vizsgálatnak, nagyobb igény-

Folyadékbehatolásos vizsgálat

Eljárás – Készülék - Ellenőrző test	Felülvizsgálati ciklus	Felülvizsgálatot végző
Vizsgálóanyag	Gyártás	Gyártó
Vizsgálóanyag állapota	Időszakosan	Alkalmazó labor
Technológiai adatok, érzékenység	Alkalmanként	Alkalmazó labor
UV-fénymérő készülék	Kétévente	Szakszerviz, független kalibráló
UV-lámpák, égők	Időszakosan	Alkalmazó labor
Ellenőrző etalonok	Gyártás	Gyártó
Ellenőrző etalonok állapota	Időszakosan	Alkalmazó labor

Mágneses repedésvizsgálat

Eljárás – Készülék - Ellenőrző test	Felülvizsgálati ciklus	Felülvizsgálatot végző
Vizsgálókészülék	Évenként	Szakszerviz
Vizsgálókészülék-technológiai adatok	Időszakosan	Alkalmazó labor
Vizsgálóanyag	Gyártás	Gyártó
Vizsgálóanyag állapota	Időszakosan	Alkalmazó labor
Térorösségmérő készülék	Kétévente	Szakszerviz, független kalibráló
Maradék-mágneseségmérő készülék	Kétévente	Szakszerviz, független kalibráló
UV-fénymérő készülék	Kétévente	Szakszerviz, független kalibráló
UV-lámpák, égők	Időszakosan	Alkalmazó labor
Ellenőrző etalonok	Gyártás	Gyártó
Ellenőrző etalonok állapota	Időszakosan	Alkalmazó labor

bevételek, elhasználódásnak illetve „elállítódásnak” vannak kitéve.

Az ellenőrzési ciklusok időtartama magyar és német szerviztapasztalokra illetve szabványokra épül.

A táblázatokban felsoroljuk az egyes eljárásokhoz kapcsolódó felülvizsgálatok rendjét.

Ultrahangos vizsgálat

Eljárás – Készülék - Ellenőrző test	Felülvizsgálati ciklus	Felülvizsgálatot végző
Vizsgálókészülék	Évenként	Szakszerviz
Vizsgálókészülék-technológiai adatok	Időszakosan	Alkalmazó labor
Ellenőrző testek	Gyártás	Gyártó
Ellenőrző testek állapota	Időszakosan	Alkalmazó labor
Vizsgálófejek	Gyártás	Gyártó
Vizsgálófejek	5 évenként	Szakszerviz

Radiográfia

Eljárás - Készülék - Ellenőrző test	Felülvizsgálati ciklus	Felülvizsgálatot végző
Röntgenkészülék	5 évenként	Szakszerviz
Röntgenecső, fókusz méret	Gyártás, javítás	Gyártó, szakszerviz
Izotóptartó + kivételző	Évenként	Szakszerviz
Sugárzásmérő készülék	Kétévente	OMH
Feketedésmérő készülék	Évenként	Gyártó, független kalibráló
Feketedéslépcső	5 évenként	Gyártó, független kalibráló
Huzalos képmínőségjelző	Gyártás	Gyártó
Rtg-film	Gyártó	Gyártó
Filmelőhívó eljárás	Adagonként	Alkalmazó labor
Filmlekeledés	Darabonként	Alkalmazó labor
Filmkiértékelő lámpa	Időszakosan	Alkalmazó labor
Fényerősségmérő készülék	Évenként	Szakszerviz

Látásvizsgálat: Jaeger-teszt kontra Csapody-tábla

Dr. Dénes Gábor*

Az 1994 márciusától hatályos MSZ EN 473 szabvány 6.3. pontja szabályozza, hogy évente miként kell ellenőrizni a roncsolásmentes anyagvizsgálók látóképességét. A szabvány gyakorlati alkalmazása a mai napig sem mondható problémamentesnek, pedig a szabvány látszólag a laikus számára is egyértelmű:

„6.3. Látóképesség

A jelöltnek igazolnia kell, hogy a vizsgálathoz megfelelő látóképességgel rendelkezik optikus, szemvizsgáló vagy más, orvosilag elismert személy (foglalkozás-egészségügyi vagy családorvos) által meghatározva a következő követelmények figyelembevételével:

a) a közellátással kapcsolatosan legyen képes félszemmel, szükség esetén szemüvegben felismerni legalább 30 cm távolságból az 1. Jaeger-számot;

b) a színlátása legyen megfelelő ahhoz, hogy különbséget tehessen a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes vizsgálati eljárások során használatos színek kontraszthatásai között.

A látóképesség igazoltatását évente el kell végezni.”

Csak hogy a hazai orvosi gyakorlat nem ismeri a Jaeger-tesztet, és mivel a szabvány szerkesztői – ők maguk nem lévén szemészek – nem magyarázták el egy lábujgyzet erejéig sem ennek a látásélesség próbának a lényegét, megmaradt a bizonytalanság.

Az előírásnak megfelelő látásvizsgálatok

A Jaeger-teszt nem új fogalom az anyagvizsgálatban. A radiológus kollégák tudják, hogy a radiogramok értékelését régóta ahhoz kötik a hazai szabványaink, hogy az értékelő képes legyen a 0,5 mm nagyságú betűket felismerni, elolvasni az éleslátás távolságából. Tehát, a Jaeger-tesztnak való megfelelés azt jelenti, hogy az anyagvizsgáló szabad szemmel vagy szemüveggel képes legyen 30–40 cm távolságból elolvasni egy 0,5 mm-es betűvel írt szöveget.

A hazai szemészeti szakrendelések, foglalkozás-egészségügyi rendelők, de még a családorvosi rendelők nagy része is rendelkezik a dr. Csapody István: Látáspróbák, illetve a dr. Shinobu Ishihara: Test for colour-blindness című könyvekkel.

* ORSZAK BT. Egészségügyi Szolgálat

A Csapody-féle olvasókönyvben szereplő látásélesség-vizsgáló tábla IV. fokozata azonos betűméretű, mint az 1. Jaeger-szám.

Ha Ön alkalmas anyagvizsgálónak, az alábbi N4 betűnagyságú idézetet is el tudja olvasni:

Nem azért küzdök,
Mintha bizávsom volna a küzdésben,
De mert a jó bajnoknak
Utolso csepp véréig kiüzennie kell.

A színlátás vizsgálatkor a gépkocsivezetői orvosi alkalmassági vizsgálatról ismert színes pöttyös oldalakon kell felismerni az elrejtett számot.

Összefoglalva: amennyiben a kolléga egészségi állapota nem indokolt további vizsgálatokat, úgy az MSZ EN 473 szabványban megkövetelt évenkénti látásvizsgálatot a munkáltató foglalkozás-egészségügyi orvosa is elvégezheti.

Végül egy gyakorlati tanács az anyagvizsgáló kollégáknál leggyakrabban előforduló – az éleslátást is befolyásoló – problémáról:

Az ultrahangos fényben folyó vizsgálatokat végző, illetve a radiogramokat kiértékelő kollégák gyakran panaszkodnak szemégsre. Ilyenkor olyan érzésünk van, mintha homok, por került volna a szemünkbe. Súlyosabb esetben a szemfehérje véres érágas kellemetlenségén kívül ez az állapot enyhe éleslátás-romlást is okozhat, ami miatt tovább erőltetjük, dörzsöljük szemünket – rontva annak állapotát.

E diszkomfort érzés oka a szemszárazság, amit környezeti ártalom, szennyezett levegő, általános kimerültség, fáradtság, allergia stb. okozhat. Ilyenkor célszerű a szemünket megvizsgáltatni, és ha az orvos más megbetegedést nem diagnosztizál, a csökkent könnyképződést a patikában kapható (mintegy 20-féle) műkönnnyel pótolni; a műkönnnyek a szaruhártya részére fontos vitaminokat is tartalmaznak.

Irodalom

MSZ EN 473:1994; Roncsolásmentes anyagvizsgálatot végzők minősítése és a minősítés tanúsítása.

Dr. Csapody István: Látáspróbák, többnyelvű olvasókönyv, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1979. ISBN 9632406354

Dr. Shinobu Ishihara: Test for colour-blindness

Karl Velhagen, Dieter Broschmann: Színlátásvizsgáló-táblák, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1992. ISBN 963242123X

Számítógépes vezérlő- és mérőberendezések, 1. rész

Dr. Balogh Kálmán*

Bevezetés

Az informatikai megoldások elterjedésével egyre gyakrabban használnak fel számítógépeket ipari, anyagvizsgálati mérőberendezésekben is. Cikksorozatunkban összefoglaljuk a számítógépes mérőrendszerekkel kapcsolatos legfontosabb általános kérdéseket.

Először a tisztán analóg, valamint a számítógépet is tartalmazó mérőrendszerek felépítésének és jellemzőinek a különbségeit mutatjuk be. Ez után a mérési folyamat szakaszait, majd a számítógépes mérőrendszerek általános felépítését ismertetjük: az egyetlen PC-s és az összetett rendszereket, a mérőeszközök virtuális, informatikai megvalósítását, a számítógépes fejlesztő rendszereket, és az oktatási környezeteket.

Látni fogjuk, hogy a digitális rendszereket – bonyolultságuk miatt – nem elég időközönként tesztelni. A rendszer biztonságos használása csak úgy biztosítható, ha a minősbiztosítás a fejlesztéstől a rendszerbe állításon, az üzemeltetésen és a karbantartáson keresztül a rendszer egész élettartamára, az összes életciklusra kiterjed. A rendszer egyes komponenseinek, illetve egészének a kalibrálását a minősbiztosítási folyamatba kell ágyazni. A minősbiztosítás életszakaszonként, illetve rendszerkomponensenként speciális, de egymással összehangolt és egyensúlyos eljárásokat igényel.

A digitális rendszerek használatához a minősbiztosítás és a kalibrálás specifikumain túl a speciális képességek kihasználása is hozzá tartozik: a konfigurálási és szoftverfejlesztési lehetőségek mellett ez a mérőeszközök kezelését és statisztika alkalmazását is lehetővé teszi.

A biztonságos használatához alapvető szükséges feltétel a rendszer felügyelete. Jól felépített számítógépes rendszerek esetén a felhasználó, az operátort és a rendszeradminisztrátort automatikus, a rendszerbe épített ellenőrző, monitorozó, hibajelző felügyeleti funkciók segítik.

Egy számítógépes rendszer megvásárlása egyszeri esemény, azonban a felhasználás biztonsága és hatékonysága érdekében célszerű, ha ezzel tartós kapcsolat létesül az eladó és a vásárló között. Az eladó elvárható szolgáltatásait két csoportban ismertetjük: a vásárlás előtti lehetőségeket, illetve a felhasználó lehetőségeit a vásárlás után.

Számítógépes mérőrendszerek használatában nagy jelentősége van a különböző típusú (interfész, ill. folyamat) szabványoknak, továbbá a különböző tanúsító szervezeteknek, ezért kitérünk erre a témakörre.

Befejezésül a számítógépes rendszerek és az emberi képességek különbségeiből adódó csapdákra hívjuk el a figyelmet.

Az analóg és a digitális mérőberendezések különbségei

A mérések analóg érzékelőkön alapulnak. Ahhoz, hogy az analóg jeleket a számítógép feldolgozhassa, digitalizálni kell őket. Így a számítógépet tartalmazó rendszerek több komponensből állnak, felépítésük bonyolultabb a hagyományos mérőberendezésénél. Mégis előnyös lehet alkalmazásuk, mert a számítógépek univerzalitása az ilyen rendszereket nagyobb rugalmassággal ruházza föl, és a rendszer teljesítménye is megnövelhető az analóg rendszerekéhez képest a mérési adatok nagy tömegének a gyors, áttekinthető tárolása, elemzése, sokrétű megjelenítése miatt. Számítógépes rendszerrel a mérőeszközöket előre megtervezhetjük, és vezérelhetjük a végrehajtást.

Digitális komponensekkel drága analóg feldolgozó berendezéseket lehet helyettesíteni. Hisz egy analóg berendezés csak egyféle – bár esetleg nagyon bonyolult – funkcióra képes, ám a digitális berendezések funkcionalitása az általuk végrehajtható programok sokféleségén múlik.

A számítógépek közvetlenül összekapcsolhatatlan, eredetileg független analóg berendezések összekapcsolását is lehetővé teszik, így nagyobb léptékű, rugalmasan konfigurálható, a felhasználási igényekhez szélesebb skálán alkalmazkodó rendszerek hozhatók létre. Ez a lehetőség vezetett el a valós idejű (real-time) mérésadatgyűjtő, felügyelő- és vezérlőrendszerek kifejlesztéséhez, aminek fontos alkalmazási területei, pl. az orvosi, a repülésirányítási és az automata gyártórendszerek. A valós idejű rendszerek tehát funkciók és alkalmazási területek szerint speciális típusokba sorolhatók; az előbbi példák az anyagvizsgálatától sok szempontból különböző igényeket támasztanak a számítógépes rendszerekkel szemben, amelyekről nem lesz szó a továbbiakban.

A mérési folyamat szakaszai általában a következők:

- a gerjesztés/jelgenerálás és adatgyűjtés paramétereinek beállítása,
- a generált jelek tárolása és a gerjesztés,
- a gerjesztésre adott válaszjelek és környezeti paraméterek jeleinek rögzítése a gerjesztő jelekhez kapcsolva,
- az eredmények kiértékelése és bemutatása,
- a folyamat dokumentálása és az archiválás.

A számítógépes mérőrendszerek általános felépítése

A számítógépes mérőrendszerek a mért jelek analóg és a számítógép digitális volta miatt több, jól meghatározott szerepű komponensre bonthatók. Fontos az egyes részegységek feladatának, teljesítményének az ismerete, mert a berendezés túlterhelését, az ebből adódó hibás eredményeket így könnyebben elkerüljük, a berendezést

- a feladathoz hangolhatjuk,
- más feladathoz átalakíthatjuk, sőt
- tovább is fejleszthetjük.

A számítógépes mérőrendszerek *funkcionális egységei* a következők:

- Vezérlő, felügyelő, adminisztrációt támogató komponens.
- Érzékelő vagy jeladó, transducer, (elő)erősítő/jeljavító (signal conditioning), digitalizáló/adatgyűjtő vagy jelgeneráló komponensek.
- Elemzést, kiértékelést támogató komponens.
- Megjelenítést, dokumentálást, archiválást támogató komponens.

Az egyszerűbb mérőrendszerek egyetlen PC-t tartalmaznak, a bonyolultabb, a környezetet többféle módszerrel mérő, így szükségképpen nagyobb rendszerekbe beágyazott rendszerek olyan számítógéphálózatot, amely PC-től különböző számítógépeket is tartalmazhat. Nemcsak a funkciók gazdagsága, hanem a nagyobb teljesítmény vagy megbízhatóság igénye miatt is szükség lehet több számítógép összekapcsolására.

Egyetlen PC-t alkalmazó rendszerek például a KFKI AEKI (Atomenergia Kutató Intézet) Signalysér-Defectophone magnetoakusztikus emissziós mérőrendszer családjának alapkiépítésben egyetlen PC-t tartalmazó tagjai.

A rendszer akusztikus jelek érzékelése (mikrofon(ok)) alapján értékeli a vizsgált berendezés állapotát. Segítségével, pl. tartály vagy tartozékok szivárgását, az anyag fáradását, feszültségét, repedését lehet megállapítani. A hangot vagy maga a szivárgás kelti, vagy a mérőberendezéshez tartozó mágnes. Bár a két digitalizáló kártya tág határok között paraméterezhető (300–10 000 000 minta/s), előfordulhat adatvesztés, ha túl erős inger éri az érzékelőket. A rendszer mind egyedi, mind folyamatos (sorozat-) mérésekre alkalmas. A rendszer konfigurálására, paraméterezésére, vezérlésére, felügyeletére, a mérések kiértékelésére és megjelenítésére, mérőeszközök adminisztrálására a könnyen

* KBalogh@matavnet.hu

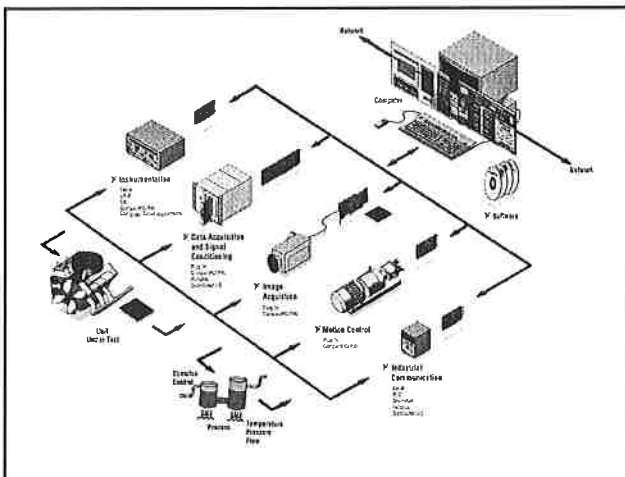
használható, menüs-ablakos-grafikus Windows-os felület szolgál. Az egész rendszer a PC-n keresztül kezelhető, a paraméterek beállításától a kiértékelés, megjelenítés vezérléséig. A rutinszerű méréseket beépített automatizmusok teszik kényelmessé. Kísérletezéshez a paraméterek és a felhasználható elemző eszközök szabad megválaszthatóságával ad támogatást. A fejlesztéshez a Windows-os PC-n kívül egy speciális, kereskedelmi forgalomban beszerezhető mérésadatgyűjtő/digitalizáló kártyát használtak föl, amely a PC ISA buszára illeszkedik.

Összetett számítógépes (több számítógépből álló) rendszerek. Példa: a KFKI AEKI magnetoakusztikus emissziós mérőrendszer csatládjához többgépes konfigurációk is tartoznak. A Signalyser-Defectophone két PC-t tartalmazhat, ha a mérőeszközök száma ezt megkívánja. A szívágás érzékelője nagyobb rendszer részeként működik. Ez rendszeresen automatikus önteszteket is végez.

Már a PC-s rendszerek is nagyon nagy kapacitásúak és nagy megbízhatóságúak lehetnek. Mind az MS (Microsoft által gyártott operációs rendszerrel felszerelt), mind a Unix kiszolgálók sokprocesszoros (SMP és NUMA architektúrájú) gépek, sőt több, fűrtözéssel összekapcsolt (így nagy megbízhatóságú rendszert alkotó) gépek lehetnek. A korábbi centrális (egy központi gépre kötött terminálok) mellett/helyett a kétrétegű (kliens-szerver) és a többretegű (vékony kliens lehetővé tevő, pl. webes interfészt nyújtó) számítógép-hálózatok terjednek. Lehetőség van mobil eszközök, sőt a központi rendszerről időlegesen leválasztott, autonóm működésre képes számítógépes alrendszer használatára, ami az off-line műveletek előtt és után file és/vagy adatbázis szinkronizálással kényelmesen összhangba hozható a központtal.

Rendszerek *beágyazott komponenseit* jellemzi – még az univerzális PLC-ket (Programmable Logical Controllereket, beágyazott számítógépeket) is –, hogy nincs közvetlen felhasználói interfészük, az általánosnál kisebb az áramfelvételük, a méretük, a házuk. Ellenállóbbak a környezeti hatásokkal szemben. Esetükben is fontos a moduláris felépítés, amit a gyártófüggetlenség érdekében szabványok támogatnak.

Egy egyetlen PC-t tartalmazó általános alrendszert mutat be az 1. ábra.



1. ábra

A rendszerek helyes felépítése esetén a digitális eszköz, a számítógép mindig a szükséges mértékig "fekete doboz" – fontos a pillanatnyi problémához, lépéshez, szempontoz illeszkedő *absztrakciós szint(ek)* helyes megválasztása a fejlesztés és a felhasználás idején.

A rendszerekkel szemben támasztott *felhasználói követelmények* legfontosabb típusai a következők:

- Áthidalandó távolságok, a hálózat és az eszközök számára igénybe vehető geometriai jellemzők.
- Pontosság (mérési, ill. számítási).
- Analóg adatmennyiségek a jeladókon és az érzékelőkön.

- Elvárt feldolgozási sebesség (különösen mérésorozatonál, ill. real-time rendszernél fontos).

- A működőképességre, a rendelkezésre állásra vonatkozó követelmények.

- A tervezett leállások: helyi vagy távoli karbantartás, csere (a sw-re vonatkozólag megfelelő sw. esetén még távolról is lehetséges).

- A hibamentes működés folyamatossága:

- folyamatos működés közbeni (táv)felügyelet, karbantarthatóság (hw. és sw. szempontból),

- hiba miatti újraindítás megengedett gyakorisága – leállások időtartama.

- Speciális körülmények, környezeti tényezők (hőmérséklet, nyomás, elektromágneses és radioaktív sugárzás, páratartalom, por, légnemű vagy folyadék közeg, rezgés, rázkódás, ütés) tűrése.

A fentiek alapján határozható meg a megfelelő *rendszer architektúrája*:

- a főbb analóg és digitális eszközök (funkció, és az azt megvalósító hw/op. rsz./alkalmazási csomag/alkalmazás),

- a hálózat, a hálózati eszközök (modem, terminál szerver, transceiver, repeater, hub, switch).

Egy-egy architektúra (-változat) alapján meghatározhatók az egyes komponensekre vonatkozólag

- a kezelni kívánt analóg és/vagy digitális adatmennyiségek,

- a szükséges (átmeneti és permanens) tároló kapacitás,

- a feldolgozási és/vagy adattovábbítási sebesség,

- az időtartamok, időzítések.

Fontos a szűk keresztmetszetek megkeresése, mert a rendszer teljesítményét azok határozzák meg. A költségek kímélése érdekében a komponensek kiegyensúlyozására érdemes törekedni (kivéve, ha egy komponens tömegtermék volta miatt olcsóbb, mint egy testre szabott).

Komponensek közötti interfészek – Szabványok szerepe a számítógépes mérőrendszerek felépítésében

A mérőrendszer nyitottságát, a meglévő és leendő komponensek összekapcsolhatóságát nagyszámú szabvány és ipari szabvány betartása biztosítja. Ezek a szabványok a rendszerek különböző szintjeit, analóg és digitális komponenseit fogják át.

A hardver interfész *szabványok*, hálózati protokollok a hardvertől az alapszoftveren át az alkalmazásig terjednek, hét szabványos absztrakciós szintet meghatározza.

Sikeres *ipari szabványok* megalkotói: Intel, Motorola, IBM (PC-s és egyéb), HP.

PC-s hardver interfész szabványok például:

- kapcsolódási lehetőségek kártyákkal a belső buszhoz

- általában: [E]ISA, PCI

- notebook esetén: PCMCIA

- beágyazott rendszerek esetén: PC104 ISA/PCI, PXI/CompactPCI, VISA/VXI, MXI/VXI (számítógépek, pl. PLC-k és felhasználói munkajellemzők szoros összekapcsolásához), GPIB (General Purpose Interface Bus, = HP-IB), VME-bus.

- külső kapcsolódási lehetőségek a sebesség növekvő sorrendjében

- a soros porton keresztül: RS 232 (20 Kbps; ~15 m az áthidalható távolság), USB (Universal Serial Bus; 1,5 Mbps), RS 422; 485 (10 Mbps; ~1200 m az áthidalható távolság; egy portra 31 eszköz kapcsolható) – a portok száma speciális kártyákkal 16-ra növelhető; UART: bitsorozat/byte konverzió; szinkron kapcsolathoz non-UART kapcsolat kell, amelynek a DMA-t (Direct Memory Access-t) alkalmazó változata a gyorsabb;

- a párhuzamos porton keresztül pl. a kétirányú változat: EPP (Extended Parallel Port, IEEE 1284) 2 MBps (16 Mbps); ezzel csak ~2 m az áthidalható távolság;

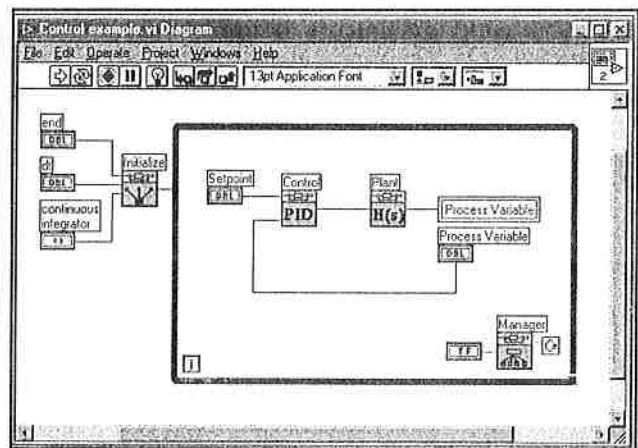
- hálózati kártyán keresztül: Ethernet (10/100 Mbps; 1 Gbps), TCP/IP mind a lokális (néhány száz méter), mind a távoli elérést lehetővé teszi megfelelő hálózati eszközök esetén; lehetővé teszi (szükséges feltétel) a kapcsolt eszköz szabványos (akár globális) címzését (IP-cím) és távmenedzselhetőségét (SNMP MIB-ek).

Vezetékes (réz vagy optikai) mellett egyre nagyobb a jelentősége a vezeték nélküli átvitelnek. Pl. a mobil eszközökkel való kapcsolat esetén várhatóan gyorsan elterjed majd a GSM WAP (Wireless Application Protocol), amely a nevével tágabb: az egész ügyfél/kiszolgáló folyamatot támogatja. Rádióhullámokat alkalmaz a helyi széles sávú adatátvitel támogatására a számítógép és közeli perifériái között a Bluetooth ipari szabvány. Lokális hálózatok vezeték nélküli összekapcsolását szolgálják távoli rendszerekkel a széles sávú mikrohullámú és lézertechnikán alapuló adatátviteli formák.

Szoftver „szabványok”, például:

- **Általános szoftver szabványok**
- Operációs rendszerek:
 - Az MS operációs rendszerei a legelterjedtebbek, de szinte mostanáig nem érték el a Unix rendszerek stabilitását:
 - DOS (16 bites),
 - Windows 16 és 32 bites munkaállomás, és 32 és 64 bites kiszolgáló változatok; a Windows NT munkaállomás és kiszolgáló változatokból kifejlesztett Windows2000 változatok már sokkal kevésbé instabilak, mint a korábbi MS operációs rendszerek.
 - A korábban drága Unix egyre olcsóbbá (sőt „a” Linux – a támogatás költségeit leszámítva – ingyenes), kiszolgáló oldali operációs rendszerből felhasználót közvetlenül is kiszolgálóvá vált. Hátránya, hogy még mindig nem eléggé egységes: a szabványosított alapokon túl a legfontosabb nagy gyártók (az SCO, az IBM/Sequent (a Bullé is ilyen), a HP, a Sun, a Compaq (volt DEC)) megvalósításai különböznek. A Unix alapú megoldások olcsóbbá válásához az is hozzájárult, hogy PC-ken is megvalósították.
- SQL alapú, relációs adatbáziskezelők:
 - a felhasználás módja szerinti típusok:
 - produktív (OLTP – On-line Transaction Processing) ABKR-ek,
 - elemzést, döntést támogató, adattárházi, ABKR-ek (OLAP, ROLAP, MOLAP, HOLAP, statisztikai, adatbányászati eszközök);
 - a megvalósítás módja szerinti típusok:
 - relációs, objektumrelációs („univerzális”), továbbá (nem natív SQL) objektumorientált ABKR-ek (adatbáziskezelő rendszerek);
 - az alsó kategóriákban nem minden termék az, aminek mondja magát;
 - „az” SQL csak részben határozza meg a termékek funkcionálisát
 - OLTP-hez ODBC interfész;
- Programozási nyelvek, pl.: C, C++, Visual Basic, Pascal, Ada, Java;
- Szoftver komponensekkel kapcsolatosak:
 - az MS világában: DLL (dinamikusan betöltődő programkönyvtár), távoli vagy lokális szoftverkomponensek összekapcsolására pedig a DCOM+, a COM, az ActiveX és az OLE;

- platformfüggetlenek: CORBA, IIOP.
- A valós idejű (real-time) vezérlőrendszerekre, illetve a beágyazott rendszerekre alkalmazási területenként is változó speciális ipari szabványok vonatkoznak. Sok a gyártóspecifikus megoldás. Ezek egy része a végrehajtáshoz, ezen belül az időzítéseket, megszakításokat, speciális perifériákat kezelő valós idejű operációs rendszerekhez és programozási nyelv, illetve perifériafüggő futtató rendszerekhez kapcsolódik. A lehetőségek másik része a fejlesztő környezetekben jelenik meg, ahol speciális grafikus modellezési eszközök (pl. speciális adatfolyam és állapot-átmeneti diagramok, (ld. a 2. ábrát), a modellekből nyelvi generáló és fejlesztő eszközök állnak rendelkezésre.
- A beágyazott rendszerek perifériáival kapcsolatos jelentős ipari szabvány az IVI (Interchangeable Virtual Instruments), amely a hardverperifériák szoftver meghajtóihoz (a driverekhez) ad gyártófüggetlen interfészt az alkalmazási program felé. Az IVI-től eltérő jelentős perifériaszabvány még a DeviceNet (az ODA – Open DeviceNet Association szabványa), a CAN és a Fieldbus (USA-gyártók), valamint a Profibus (európai eredetű), és a Siemens PLC Protocol.
- A korábban említett Microsoft OLE folyamatszabályozásra való alkalmazására jött létre az OLE for Process Control megállapodás.
- Végül az alkalmazási szintre, amely az összes többire épül, vonatkozik az SPC (Statistical Process Control) szabvány, amely azzal foglalkozik, hogy hogyan célszerű statisztikai módszerekkel kiértékelni a termékelőállítási folyamatokat; nyomon követve őket növelni a hatékonyságukat.



2. ábra

**Számítógépes vezérlő- és mérőberendezések
beszerzésével és rendszerbe állításával
kapcsolatosan**

- vezetői tanácsadás,
- igényfelmérés,
- oktatás,
- teljes folyamat megtervezése,
- termék/gyártó kiválasztás,
- fejlesztés,
- minőségbiztosítás



A&K Know-How Informatikai és Oktatási Bt.

1039 Budapest, Család u. 19. I. • Tel.: (1) 388-21-04
Dr. Balogh Kálmán • E-mail: KBalogh@matavnet.hu

Szoftverrel vezérelt berendezések kalibrációja

Narancsik Zsolt

Mérőeszköz-ellenőrzési rendszer a Qualitest Lab. Kft-nél

A Qualitest Lab. Anyagvizsgálati és Környezetvédelmi Kft. 1999. január 1-jén alakult meg. Az új cég a Dunaferre – Dunai Vasmű 49 éves anyagvizsgálati bázisán jött létre.

Mint minden vizsgáló-laboratóriumnak, nekünk is egyik alapvető feladatunk, hogy a szolgáltató eszközeink metrológiai és minőségügyi megfelelőségét nyomon kövessük, ellenőrizzük és azokat megfelelő állapotban üzemeltessük.

Cégünk mérőeszköz-ellenőrzési rendszerének jogi háttérét az 1991. évi XLV. törvény a mérésügyről és a végrehajtásáról szóló 127/1991. (X.9.) Korm. és a 42/1995. (IV.19.) Korm. rendelet, a MSZ EN 45001:1990 5.3.3 pontja és MSZ EN ISO 9001:1994 4.11 pontja valamint MSZ EN 30012-1:1998 szabványok adják.

Rendszerünkben – az általánosan használt – kalibrálás és hitelesítés mellett több más ellenőrzést is meghonosítottunk, ezek a kalibrálási/hitelesítési cikluson belüli funkcióellenőrzések. Kalibrálásnál – általában – az ellenőrző eszköz pontossága nagyságrenddel jobb az ellenőrzött eszköznél, a funkcióellenőrzéshez a mérőeszközzel azonos pontosságú – visszavezethető (kalibrált, hitelesített) – eszköz is használható.

Funkcióellenőrzés típus szerint: a pontosság és a méret ellenőrzése.

Példa erre a tolmérő, amelynek fél év a kalibrálási ciklusa, de mivel folytonos váltóműszakban használják, ezért minden műszak megkezdése előtt gyors funkcióellenőrzésnek vetjük alá. A nem megfelelőnek ítélt eszköz a mérésből kikerülve nem okozhat problémát (eredmények visszahívása elkerülhető), pontosabb ellenőrzés után további sorsa eldönthető.

Cégünkben a több mint 600 mérőeszköz és hiteles anyagminta (etalon) ellenőrzési ciklusainak kezelését, a hivatkozott dokumentumok tárolását a minőségügyi rendszerünk támogatására vásárolt Lotus Notes alapú ISO ACHIEVER PLUS programcsomag megfelelő moduljával oldjuk meg. A berendezések mérésügyi ellenőrzésének és karbantartásának ütemezését, eseménynaplózását valamint a kapcsolódó munkalapok nyilvántartását a szoftver az adatbeadás után automatikusan végzi.

A Lotus Notes alapú ISO ACHIEVER PLUS alkalmazásával **Magyarország első olyan cége** vagyunk, ahol számítástechnikai eszközzel támogatott minőségügyi rendszert **tanúsítottak és akkreditáltak** (CAQ).

A Lotus Notes dokumentumkezelő (levelező) workflow készítő eszköz világszó a levelező rendszerek között.

Laboratóriumainkban a számítástechnikai eszközökkel támogatott minőségügyi rendszer mellett a mérési adatok és eredmények kezelésére, archiválására, elektronikus továbbítására a LIMS (Laboratory Information Management System) rendszert használjuk. A Perkin Elmer által forgalmazott SQL-LIMS termék validált szoftver.

Szoftverek ellenőrzése

Egy keménységmérő berendezés kezdeti (üzembe állítás előtti) ellenőrzése viszonylag egyszerűen kivitelezhető. Hiteles anyagmintával a berendezés méréstartományonként ellenőrizhető, időben ismételve a szoftver/hardver stabilitása mérhető.

Szakitógép üzembe állításakor fokozott szerepe van a szoftverellenőrzésnek, hiszen a szakitóvizsgálat a megismételhetetlenségével „megfoghatatlan” helyzetet teremt.

Az Instron és a Messphysik szakitógép szoftverének üzembe állítás előtti ellenőrzése:

- A vezérlő és kiértékelő számításokat végző rutinokat külön ellenőriztük.
- A berendezést meghatározott fizikai paraméterek alapján a vezér-

lő modul ellenőrzésénél teszteltük az erő-idő, a megnyúlás-idő, az elmozdulás-idő vezérlési feladatokat és azok végrehajtásakor felvett diagramok linearitását.

- A kiértékelések matematikai alapjai ismertek, ezért „kézzel” is végigellenőriztük a letárolt mérési adatokból képzett értékek helyességét.

- A rendszer ellenőrzését napi több órás használat után újra elvégeztük.

- Körvizsgálatokban való részvétellel erősítettük/erősítettük meg az ellenőrzéseink helyességét.

A Messphysik szoftvernél a kiértékelő-számító modul túl hosszú idejű tesztelésnek tudtuk alávetni a forgalmazó jóvoltából. A tesztelésre kapott demó szoftverbe a más típusú berendezésen végzett vizsgálat mérési adatait betápláltuk, és az eltéréseket rögzítettük.

Rendszeres szoftverellenőrzést szűrőpróbaszerűen végzünk. A „fekete doboz” elvet alkalmazva a kiválasztott mérési adatokból ellenőrizzük a szoftver által megadott érték helyességét.

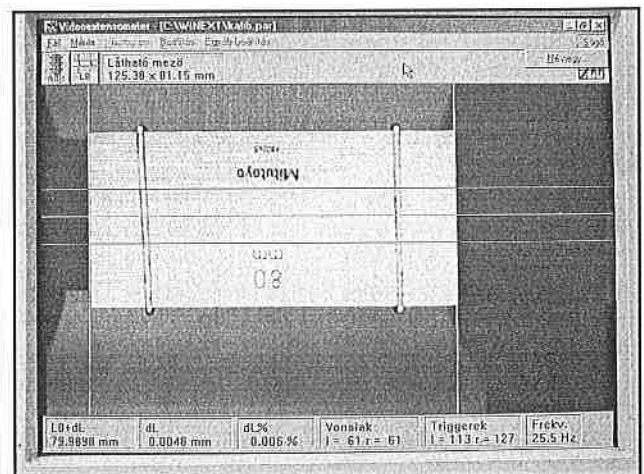
Korszerű szakitógép metrológiai ellenőrzése

Az 1998-ban üzembe állított Shimadzu AG-250 KNG szoftverrel vezérelt szakitógép (1. ábra) a mérőeszköz ellenőrzés szempontjából három részre osztható:

Az *erőmérő rendszert*, a mérésügyi törvény alapján, az Országos Mérésügyi Hivatallal évente hitelesíttetni kell. Mi a metrológiai konfir-



1. ábra



2. ábra

málási szabványban foglaltak szerint fél évre határoztuk meg a hitelesítési ciklust. A szigorítást a berendezés nagy terhelése indokolja.

Az egytengelyű vizsgálathoz alkalmazott *nyúlásmérők ellenőrzését* és osztályba sorolását az MSZ EN 10002-4:1998 szabvány írja le. Az optikai elven működő, 1. pontossági osztályú nyúlásmérő (videoextenzométer) ellenőrzésének célja: igazolni az osztályának való megfelelést.

Az eljárás, az optikai elv miatt, viszonylag egyszerű: bizonylatolt hosszúságú testet (hiteles mérőhasáb) kell a vizsgálati próbatest helyére helyezni, majd az extenzométerrel kell mérni a hosszát (2. ábra). A több hasábbal elvégzett mérések során rögzített eltérés adataiból az osztálypontosság megállapító (3. ábra).

Pontossági osztály	Bázishossz relatív hibája %	Felbontóképesség abszolút értéke μm	Elérés abszolút hibája μm
0,2	$\pm 0,2$	0,2	$\pm 0,6$
0,5	$\pm 0,5$	0,5	$\pm 1,5$
1	$\pm 1,0$	1	$\pm 3,0$
2	$\pm 2,0$	2	$\pm 6,0$

3. ábra

A vezérlő és kiértékelő szoftverek ellenőrzését üzembe helyezéskor és a rendszeres használat ideje alatt is elvégezzük.

Szemponatok a szoftverrel vezérelt berendezések kiválasztásához

A mai korszerű berendezések hardverei között az ajánlatok adatai alapján nagy eltérést nem találtunk. A felhasználó a berendezés képességeit a minél egyszerűbben használható, minél rugalmasabb szoftverrel tudja igazán kihasználni. A berendezésekhez kínált szoftverek – a *legyen egyszerű, de teljes körű* – ellentétes feltételeknek különböző módon felelnek meg.

Néhány szempont a vizsgálati szoftver (berendezés) kiválasztásához:

- Legyenek ismertek a számítási modulok matematikai alapjai.
- Legyen ismert a fejlesztéséhez használt vizsgálati szabvány/módszer.
- Legyen olyan „interfésze”, ahol a vizsgálat során mért értékek (mérési adatok) kinyerhetők.
- A szoftver előzetes kipróbálási és tesztelési lehetősége.
- Meglévő információs rendszerhez való csatlakoztathatóság (LIMS, CAQ).
- Felhasználói számítási rutinokkal, adatokkal való bővíthetőség.

- Működési stabilitás.
- Adatok export / import lehetősége.
- Bővítési lehetőségek (kis szériában készült szoftverek).
- Megtekinthető hazai és nemzetközi *működő* referenciák.
- Körvizsgálatokban szerepelt-e és milyen eredménnyel.
- Nyelvi (nemzeti) és cég sajátosságok kezelése (ékezetes betűk, logó).

Összefoglalás

A szoftverrel vezérelt anyagvizsgálati eszközök a szoftver tudása révén a rutinvizsgálatokat könnyebbé, programozhatóságukkal az egyedi vizsgálati feladatok megoldását egyszerűbbé teszik. A szoftverek működési helyességének végfelhasználói ellenőrzésének általános módszerei még kidolgozásra várnak. Ez az ellenőrzés nem, vagy csak részben lehet azonos a szoftverek fejlesztésekor használt validálási eljárásokkal.

A felhasználó feladata és felelőssége az, hogy egy berendezés üzembe állítása előtt meggyőződjön annak működési helyességéről és korrektségéről. Ez a cikk csak gondolatébresztő lehet ebben a témakörben.

A Qualitest Lab. Kft. Mechanikai Anyagvizsgálati Osztályán a fentiekben leírt mérőeszköz-ellenőrzési rendszer működtetésével biztosítjuk, hogy évente a több tízezer vizsgálatot a **megrendelőink megelégedtségére, helyesen és pontosan** végezzük el.

Irodalomjegyzék

- [1] „1991. évi XLV. törvény a mérésügyről” és a végrehajtásáról szóló 127/1991. (X.9.) Korm. valamint a 42/1995. (IV.19.) Korm. Rendelet
- [2] MSZ EN 30012-1:1998 Minőségbiztosítási követelmények mérőberendezésekre. 1. rész: Mérőberendezések metrológiai konfirmálásának rendszere
- [3] MSZ EN 10002-2:1994 Fémek. Szakítóvizsgálat. 2. rész: A szakítógépjermő rendszerének hitelesítése
- [4] MSZ EN 10002-4:1994 Fémek. Szakítóvizsgálat. 4. rész: Egytengelyű vizsgálatokhoz alkalmazott nyúlásmérők hitelesítése
- [5] EURACHEM Guidance Document No.1 / WELAC Guidance Document No.WGD 2 Kémiai laboratóriumok akkreditálása
- [6] Bevezetés az általános metrológiába, Országos Mérésügyi Hivatal, 1988
- [7] Instron Series IX felhasználói kézikönyvek
- [8] Messphysik szoftver felhasználói kézikönyv
- [9] MBE-11-EL-60-01 Méré- és vizsgáloberendezések ellenőrzése, Qualitest Lab. Kft. eljárásleírás

HÍREK

ANYAGOK VILÁGA címen, a hálózaton a <http://material.ini.hu> honlapon lapozható, *független, elektronikus szakmai folyóiratot* indított a kiadására megalakított Magyar Anyagtudományi Egyesület, amelynek elnöke: Ginszler János, az elnökség tagjai: Grega Oszkár, Imre József, Kaptay György és Zsámbók Dénes; az ellenőrző bizottság tagjai: Dévényi László, Kovács Károly és Tichy Géza. A folyóirat szerkesztőségének elnöke: Lendvai János, szerkesztők: Dévényi László és Marossy Kálmán; tervező szerkesztő: Braun Gábor. A szerkesztőbizottság tagjai: az egyesület alapító tagjai. *A folyóirat célja:* fórumot biztosítani a tudományos képzésben résztvevő, a fémek és ötvözetek, a kerámiák, a polimerek és kompozitok fejlesztésével foglalkozó hazai és külföldi szakemberek és kutatócsoportok számára. A szerkesztőbizottság várja az anyagtudomány hazai művelőinek támogatását, ötleteit és javaslatait az e-mail: materialworld@extra.hu címen.

AZ ANYAG ÚJ ÁLLAPOTÁT ÁLLÍTOTTÁK ELŐ a CERN-ben. A Részecskefizikai Kutatások Európai Szervezetében jelenleg is folyó nehézionprogram keretében először sikerült a szuper-protonszinkrotronban felgyorsított ólomionok ütköztetésével olyan anyagállapotot elérni, amelynek hőmérséklete a Nap központi hőmérsékletének mintegy százezerszerese és sűrűsége eléri a proton sűrűségének a húszszorosát, s amelyben a felszabadult kvarkok szabadon kóborolhatnak úgy, ahogyan ez a kvark-gluon plazma anyagállapot az elméleti előrejelzés szerint az ősrobbanás (a Big Bang) után kb. 10 mikroszekundumig létezhetett, mígnem a lehűlés eredményeként létre nem jöttek a protonok és a neutronok. Az ütközés részleteit rögzítő hét mérőberendezés egyikét a KFKI és az Atomki kutatói készítették Budapest wall néven. A kísérletekből összegyűjtött adatok bizonyították az új anyagállapot, az "ősleves" létrejöttét. A kísérleteket tovább folytatják.

Polimer gépszerkezeti elemek dinamikus vizsgálata

Dr.Czigány Tibor*¹ – Romhány Gábor*²

Bevezetés

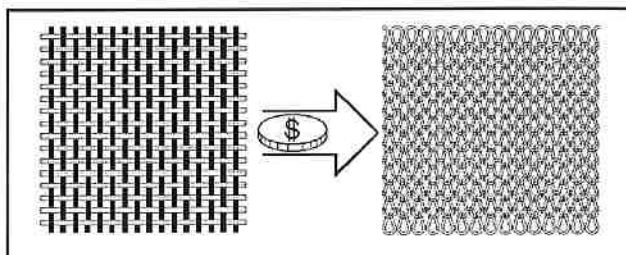
A mai korszerű technika és a profitorientált gazdaság jellemző vonása a polimerek és kompozitjaik tömeges mértékű felhasználása. Az ipar minden területén, így a gépészetben is a fémek helyettesítése polimer kompozittal a gazdaságos anyagfordítás kulcskérdése.

Az egyre jobb mechanikai tulajdonságokkal rendelkező polimer kompozitok megjelenésével már nemcsak statikus, hanem dinamikus igénybevételű helyekre is jól alkalmazhatóak az erősített műanyagok (pl. járművek). Az erősítés anyaga leggyakrabban üveg- és szénzál, azonban az utóbbi években intenzív kutatások folynak kerámia-, bazalt- és lenszálak felhasználhatóságáról is. Eleinte vágott szálakat és paplan-erősítést használtak, azonban ezeknek a rendszereknek az ütésállósága gyenge, ezért ma már elsősorban textil struktúrájú erősítést használnak. Ezeknek a szőtt és kötött kelméknek hallatlan előnye, hogy a kompozit irányfüggő mechanikai tulajdonságai nagymértékben befolyásolhatók a szövés illetve a kötés módjával.

A szövés és a kötés közötti különbség a kelmét alkotó szálak, szálkötegek kapcsolódásában mutatkozik. Amíg a szövésnél két fonalrendszer sűrű, egymásra merőleges keresztezéséből áll a kelmefelület, amely viszonylag merev, addig a kötésnél ezt egy fonalrendszer laza kapcsolódása alkotja, ahol a fonalak sokkal íveltebbek. Ezért a kötött kelme nyúlási hajlama a szöveténél sokkal nagyobb. Ennek előnye az, hogy sokkal könnyebben veszi fel a térbeli felület alakját, mint a szőtt rendszerek, ahol ilyenkor az elemi szálak szakadása következik be. Hiába a kötött kelmével erősített kompozit kisebb szilárdsága a textilstruktúrához képest, a nagyfokú deformálhatósága, valamint a végtermék helyileg változtatható mechanikai jellemzői ellensúlyozzák azt. A

deformálhatóság nemcsak a gyártáskor jelent előnyt, hanem már az alapanyag tulajdonságai is befolyásolhatók azáltal, hogy az erősítőstruktúra már deformált (nyújtott) állapotban kerül a mátrixba, vagy ilyen alakul ki a feldolgozás során. Az 1. ábrán a szakítószilárdság változása látható az erősítőstruktúra különböző mértékű nyújtása esetén.

Az erősítőstruktúrák fejlődését nem csak az erősebb, jobb mechanikai tulajdonságokra való törekvés motiválta, hanem nagymértékben a költségsökkentés. A 2. ábra, a szálköteg árát alapul véve, a többi struktúra relatív árát mutatja, amelyből kitűnik a kötött kelme kedvező árfekvése a szőtt kelméhez képest [1].



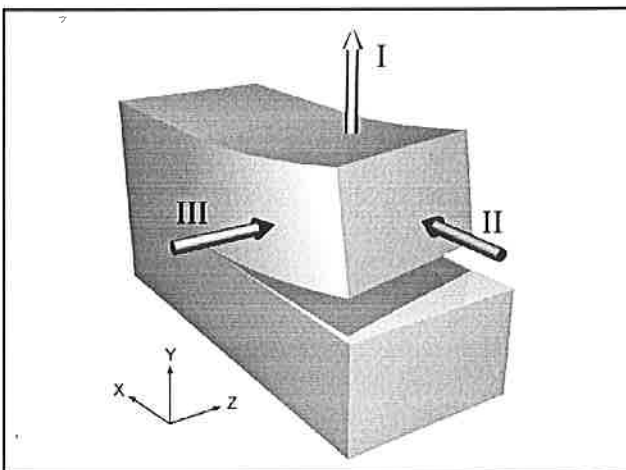
	Relatív költség [%/kg]			
	Szálköteg	Paplan	Szött kelme	Kötött kelme
Üvegszál	100	120–150	400–500	130–200
Szénzál	100	–	180–200	105–110

2. ábra. Erősítőstruktúrák relatív költsége

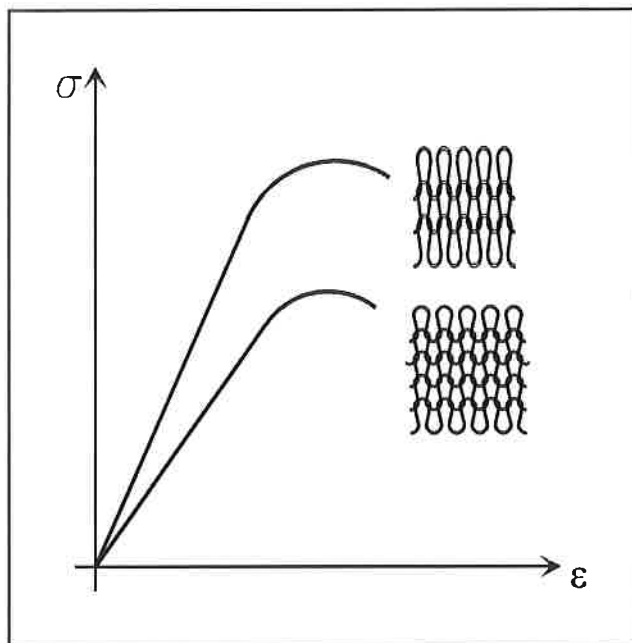
A cikk célja: a kötött üveggelmevel erősített polimer kompozitok dinamikus vizsgálata, amelyek bevezetése az iparban napjainkra tehető (pl. gépjárművek héjai, repülőgépek farokszárnyai stb.).

Dinamikus vizsgálatok

A dinamikus vizsgálatok célja a szerkezetek törés előtti viselkedésének (repedés-keletkezés és -terjedés) tanulmányozása. A törésmechanikai vizsgálatoknál három terhelési módot különböztetünk meg (3. ábra) a repedést határoló két felület egymáshoz viszonyított elmozdulása szerint [2].



3. ábra. Terhelésmódok [2]



1. ábra. A nyújtás hatása a szakítószilárdságra

* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépszerkezettani Intézet, Gépelemek Tanszék

¹ egyetemi docens

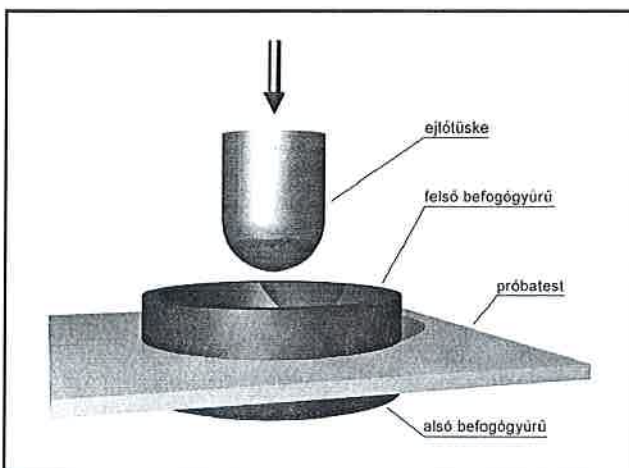
² szigorló gépészmérnök hallgató

Az I., ún. *nyitó* terhelési módnál a terhelés a repedés síkjára merőleges, a II., ún. *csúsztató* terhelési módnál a terhelés párhuzamos a repedés síkjával és x irányú, míg a III., ún. *tépő* módnál a terhelés szintén párhuzamos a repedés síkjával, azonban z irányú.

A cikk célja a terhelésmódok kombinációinak, az ejtősúlyos és az ingás (Charpy) igénybevételnek a tanulmányozása, amelyek igen elterjedtek a különféle szerkezeti anyagok dinamikus vizsgálatánál. Ennek oka, hogy az energiaelnyelő képesség mint fizikai paraméter meghatározása igen fontos a mai anyagvizsgálatoknál (pl. gépjárműalkatrészek, bukósisakok).

Ejtősúlyos vizsgálatok

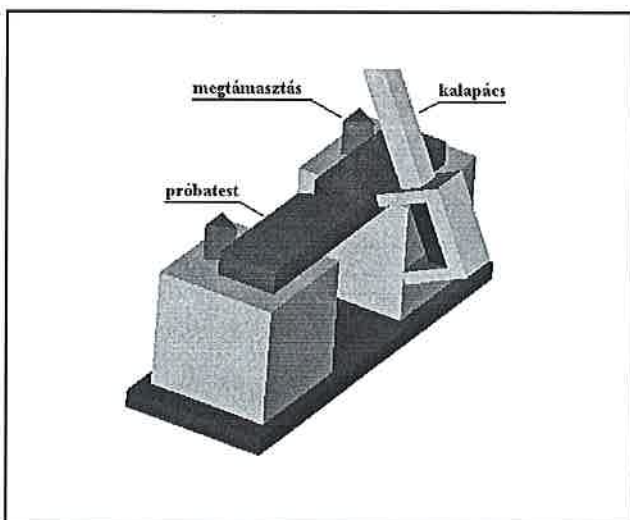
A méréseket olasz gyártmányú, CEAST FRACTOVIS 6789 típusú ejtősúlyos gépen végeztük. A szerkezet pneumatikus működésű, valamint a rugós rásegítő berendezésével elérhető, hogy az ejtőtűske sebessége elérje akár a 20 m ejtési magasságnak megfelelő 16 m/s értéket is. A próbatestek befogása egy 40 mm átmérőjű „csőasztal”-ban történt (4. ábra), tehát a próbatestnek olyan kialakításúnak kellett lennie, hogy abba egy 40 mm átmérőjű kör beírható legyen.



4. ábra. Ejtősúlyos mérési elrendezés

Charpy-vizsgálatok

A méréseket olasz gyártmányú, CEAST AFS-MK3 típusú ingás ütőművön végeztük, amely egy hárompontos dinamikus hajlításnak felel meg (5. ábra). A szabvány előírása szerinti próbatestek 45 fokos bemetései a tövét vizsgálat előtt pengével tettük élessé.

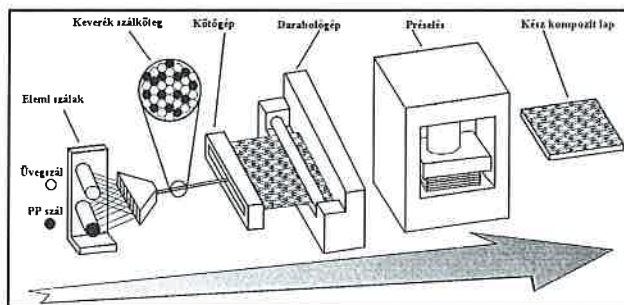


5. ábra. Charpy-mérési elrendezés

Eredmények

A vizsgált anyag

A vizsgált PP kompozitokat préselési technikával, a német Buck Maschinenbau GmbH által gyártott kötött kelméből állítottuk elő, amelynek sajátossága, hogy keverékszálból készült. Ennek lényege, hogy mind a mátrix, mind az erősítő anyag elemi szál formájában van jelen, s alkot egy szálköteget, amelyből kötési technikával készül a nyers alap. Ebből préselési technikával készül a kompozit lemez (6. ábra).



6. ábra. Kötött kelmével erősített kompozit előállítási folyamata

A préselési ciklus folyamata optimális után (nyomás, hőmérséklet, idő, rétegszám) a következőképpen alakult:

- nyomólapok felmelegítése 200°C-ra,
- nyomásnövelés 40 bar-ig,
- 5 percreg nyomástartás,
- 100°C-ig lassú, majd gyors hűtés.

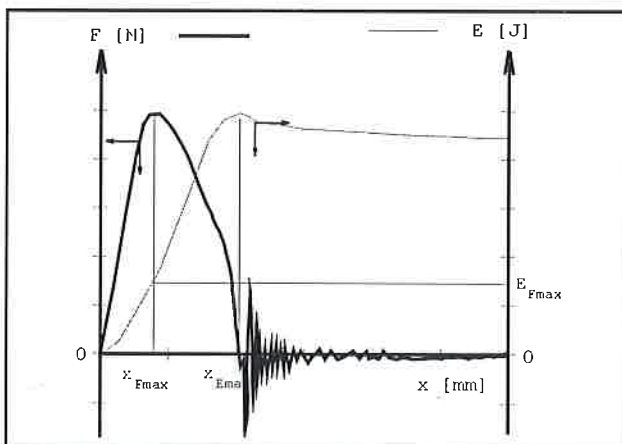
Az igényelt szilárdság és mechanikai tulajdonságok megkövetelték a 10 rétegű erősítő anyag használatát. Vizsgálatainkat három egymástól különböző anyagtulajdonságú kompoziton végeztük:

- PP+70 súlysúlyszázalék (wt%) üvegszál;
- PP+50 (wt%) üvegszál + szálak és a mátrix kezelése a tapadást elősegítendő;
- PP+70 (wt%) üvegszál + szálak és a mátrix kezelése a tapadást elősegítendő.

Így a vizsgálataink során az 1 és a 3, illetve a 2 és a 3 jelű kompozitok összehasonlításával az üvegszáltartalom és a szál/mátrix adhéziós hatását (egyrészt a szálak kezelésével, másrészt a mátrix meleinsav-anhidrid modifikációjával) tudtuk figyelemmel követni.

A mért jellemzők

Az ejtősúlyos illetve a Charpy-féle berendezéshez csatlakoztatható számítógép-vezérelt mérő-kiértékelő rendszer segítségével regisztráltuk az erő és az energia értékeket az ejtőtűske illetve a kalapács behatolási mélységének függvényében. Egy jellegzetes mérési eredmény a 7. ábrán látható.



7. ábra. A dinamikus vizsgálatok jellegzetes mérési eredménye

A mérési eredményekből többek között a következő paraméterek olvashatók le, illetve számíthatók ki:

- $F_{(max)}$ – az erő maximuma [N]
- $E_{(Fmax)}$ – az energia az erő maximumnál [J]
- $E_{(max)}$ – az energia-maximum [J] (ahol $F=0$)
- $X_{(Fmax)}$ – az elmozdulás az F_{max} -nál [mm]
- $X_{(Emax)}$ – az elmozdulás az E_{max} -nál [mm]
- D_i – a duktilitási index [%] (energiaelnyelő képesség):

$$D_i = \frac{E_{max} - E_{Fmax}}{E_{max}} \cdot 100 [\%]$$

Az ejtősúlyos vizsgálatnál számítható még:

E_p – perforációs energia [J/mm (próbaelem vastagság)]

$$E_p = \frac{E_{max}}{V}$$

A Charpy-vizsgálatnál számítható még:

K_C – dinamikus feszültségintenzitási tényező (repedésterjedésre való hajlam)

$$K_C = \frac{f \cdot F_{max}}{B \cdot W^{1/2}} [MPa\sqrt{m}]$$

ahol: B – a próbatest vastagsága (3 mm)
 W – a próbatest szélessége (12 mm)
 f – formatényező

A vizsgálat eredményei

A számított eredmények az 1. és a 2. táblázatban találhatóak. (A táblázat számértékei 3 próbatest eredményeinek átlaga úgy, hogy a mért 5 próbatestből a legnagyobb és legkisebb értéket nem vettük figyelembe, s az átlagtól való eltérést 95%-os konfidencia intervallummal külön jelöltük.)

1. táblázat. Ejtősúlyos vizsgálati eredmények

Sorszám	D_i [%]	E_p [J/mm]
1	65,4±3,8	4,74±0,26
2	65,7±1,9	7,32±0,21
3	67,6±2,4	15,8±0,33

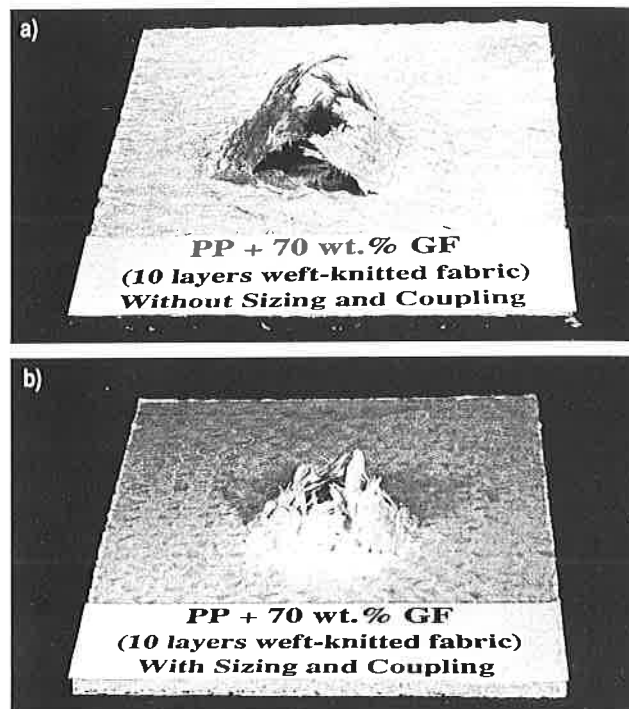
2. táblázat. Charpy vizsgálati eredmények

Sorszám	D_i [%]	K_C [MPa√m]
1	73,9±6,1	6,11±0,54
2	77,2±3,3	6,30±0,33
3	85,6±3,0	12,6±0,58

Az eredmények az I. terhelési módban korábban megállapítottakat [4] igazolják, vagyis a szál-mátrix adhézió nagyobb szerepet játszik a mechanikai tulajdonságokban, mint a 20%-os erősítőtartalom növekedés. Az energiaelnyelő képesség jelentősen nem változik az ejtősúlyos vizsgálatoknál, míg a Charpy-félénél szerény növekedés tapasztalható. A perforációs energia, vagyis az átütéshez szükséges energia nagyon nagy mértékben függ mind az erősítőtartalomtól, mind az adhéziótól, hiszen a 3-as jelű anyagnál ez az érték az 1-es vagy 2-es jelű többszöröse. Hasonló különbségeket figyelhetünk meg a repedésterjedésre

való hajlam számértékénél is, azzal a kiegészítéssel, hogy a 20% szál-tartalom hiányát a növelt adhézió kompenzálta, hiszen az 1-es és a 2-es jelű anyagok K_C -je közel megegyezik.

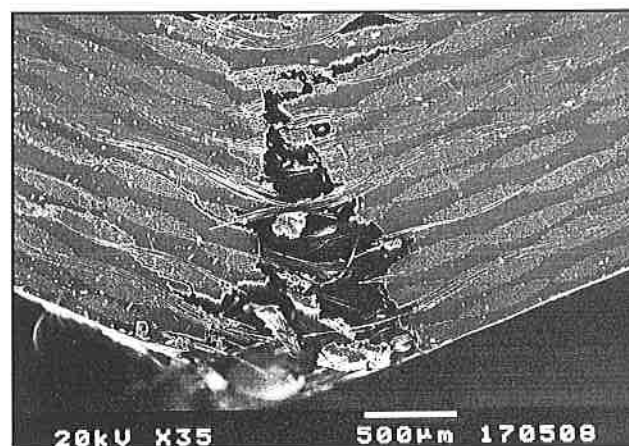
Megvizsgálva az átütött próbatesteket, jól látható a károsodási formák különbsége (8.ábra) [5, 6].



8. ábra. A perforálódott próbatestek

Az a) jelű anyagnál (70% üvegszáltartalom adhézió nélkül) a roncsolódott (károsodási) zóna mérete nagyobb, a szálkötegek elszakadtak, szilánkosan törött az anyag. A b) jelű anyagnál (70% üvegszáltartalom adhézióval) kisebb a roncsolódott zóna, amely rózsaszerűen nyílt ki, a szálkötegek deformálódtak, de csak a károsodási pont közelében szakadtak. Tehát itt is igazolódott, hogy a tapadást elősegítő adalék és a szálkézelés hatása csökkenti a károsodási zóna méretét. A 2-es és 3-as jelű anyagok között különbség nem volt tapasztalható, a perforációs jelleg azonos.

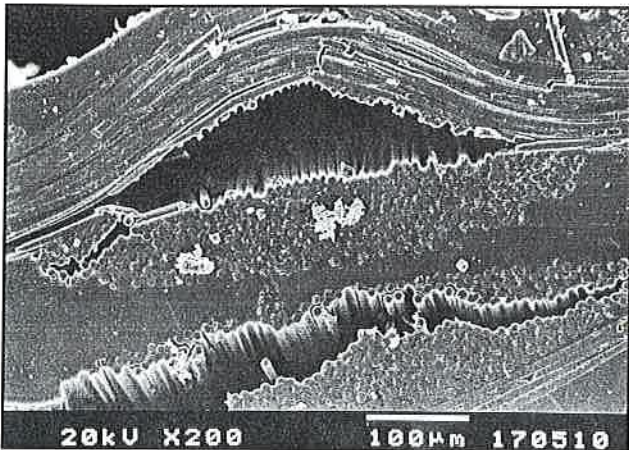
A tönkremeneteli forma hárompontos hajlítás esetén az 1-es jelű anyagnál (adhéziós adalék nélkül) tisztán látható (9. ábra).



9. ábra. Tönkremeneteli hárompontos hajlításkor

Megfigyelhető, hogy a repedésfront környezetében a szálkötegek elválnak a mátrixtól, delamináció lép fel. Nagyobb nagyításban (10.

ábra), pásztázó elektronmikroszkópos felvételen (SEM) a jelenség még dominánsabban látszik.



10. ábra. Határréteg elválás

A szálköteg-mátrix együttlőgözésának a hiánya az oka az 1-es jelű kompozit gyengébb mechanikai tulajdonságainak.

Összefoglalás

Kötött üvegekmevel erősített polipropilén rendszerek tönkremeneteli formáját vizsgáltuk ejtő súlyos és Charpy mérési módszerekkel. A vizsgált kompozitok üvegtartalma 50 ill. 70 súlyszázalék volt, valamint a szál-mátrix együttlőgözésének hatását tapadást elősegítő adalék hoz-

záadásával vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy az energiaelnyelő képességet az erősítőanyag-tartalom növekedése kisebb mértékben növelte, mint az adhéziót növelő adalékok hatása. A feszültségintenzitási tényező értékénél a 20% száltartalom hatása megegyezett az együttlőgözést elősegítő adalék hatásával.

Köszönetnyilvánítás

A cikk megjelenését az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA F 025080), valamint az Oktatási Minisztérium Széchenyi Professzori Ösztöndíja támogatta.

Irodalom

- [1] Gommers B., Verpoest I., Van Houtte P.: Analysis of knitted fabric reinforced composites. *Composites*, 29A, 1579-1588 (2000)
- [2] Williams J.G.: *Fracture mechanics of polymers*. Ellis Horwood, Chichester, UK, 1987
- [3] Németh A.: Polimerek hosszú idejű törésmechanikai tulajdonságainak vizsgálata és modellezése. PhD értekezés, BME, 2000
- [4] Czigány T., Németh A., Elinger I.: Investigation of knitted fabric reinforced GF/PP composites by acoustic emission and infrared thermography. *Periodica Polytechnica*, 2000, megjelenés alatt.
- [5] Karger-Kocsis J.: Instrumented impact fracture and related failure behaviour in short- and long-glassfiber reinforced polypropylene. *Composite Science and Technology*, 48, 273-283 (1993)
- [6] Molnar Sz., Pukanszky B., Hammer C.O., Maurer F.H.J.: Impact fracture study of multicomponent polypropylene composites. *Polymer*, 41, 1529-1539 (2000)

HÍREK

Előterben a régiófejlesztés

A Bay Zoltán Alapítvány eredményei

A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány és intézetei – a szegedi Biotechnológiai, a miskolci Logisztikai és Gyártástechnikai, a budapesti Anyagtudományi és Technológiai Intézet – mindinkább szellemi háttérévé válik nemcsak a hazai, tőkeszegény kis- és középvállalatoknak, hanem annak a régióknak is, amelyben tevékenykednek hasznosítva a nemzetközi tudományos munkamegosztás lehetőségeit és tapasztalatait. Ezt az összefoglaló megállapítást tehetjük az intézmény főigazgatójának, Pungor Ernő akadémikusnak és vezető munkatársainak március 30-ai sajtótájékoztatója alapján.

Az Alapítvány és intézetei ugyanis – az 1992-ben keltezett alapító okiratban foglalt célkitűzésekkel összhangban – az eredményes alkalmazott kutatásaikkal piacorientáltan összekapcsolják az egyetemi és a gazdasági szférát, miközben a tehetséges fiatalok posztgraduális képzését támogatva felkészült, az európai uniós együttműködésben is jártas szakembereket biztosítanak az ipar és az egyes régiók kutatás-fejlesztési közösségei számára.

Az intézetek eddigi eredményei között tallózva csak címszavakban említhetjük a BayATI-ban a nagy energiasűrűségű lézertechnológia sokrétű alkalmazását és az ezt bemutató demonstrációs központ létesítését, a Miskolci Egyetem irányított kristályosítójához kifejlesztett, az űrben is használható kemencét, a szálerősítésű (üveg-, szén- és len-szál) műanyag kompozitokat, illetve a legutóbb Hannoverben is bemutatott, a GE Tungstram Rt. megbízásából kifejlesztett Virginia automatizált

képelemző berendezést; a BayLogi-ban a szerkezetek épségének (integritásának) és maradék élettartamának megítéléséhez kidolgozott diagnosztikai és értékelő rendszereket, a világ legfejlettebb CAD-rendszerének, a CATIA-nak a honosítását (az IBM Magyarország Kft.-vel közösen) és referencia központként való működtetését, logisztikai berendezések és rendszerek fejlesztését; a BayBio-ban az L(-)almasavat termelő bioreaktort, a cellulózt lebontó baktériumtörzs hasznosítását a komposztáláshoz, a különféle biomonitöring és biotranszformációs technikákat; ez utóbbiak közül az Uwatech GmbH-val közösen kidolgozott, környezetbarát és energiatakarékos összetett in situ és ex situ eljárásrendszerét, amellyel a folyók, a holtágak és a tavak vize és iszapja megtisztítható az organikus és anorganikus eredetű szennyezésektől. Éppen a tiszai térséget ért környezetszennyezés aktualitása erősíti a szegedi és a miskolci intézetek szoros együttműködését az észak-magyarországi, ill. a Tisza menti régiók érdekében. Mintául szolgálhatnak ehhez az Európai Unió hasonló problémáit kezelő regionális fejlesztési programok, mint pl. a német Ruhr Projekt.

Összefoglalva megállapíthatjuk: jó és időben meghozott döntés és befektetés (1 milliárd forint) volt 1992-ben az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság részéről, hogy a német Fraunhofer intézetrendszer tapasztalatait felhasználva, megalapította a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítványt.

Lehofer Kornél

Új, érvényes nemzeti szabványok

A Magyar Szabványügyi Testület által, a Szabványügyi Közlöny 2000/2. – 4. számaiban közzétett és szakterületünket érintő érvényes szabványok a következők:

17 Metrológia és mérés technika

– MSZ EN ISO 2361:2000; Elektrolitikusan leválasztott nikkelréteg mágneses és nem mágnesezhető alapfémen. A rétegvastagság mérése. Mágneses módszer.

19 Vizsgálatok

– MSZ EN 583-1:2000; Roncsolásmentes vizsgálatok. Ultrahangos vizsgálat. 1. rész: Általános alapelvek.
– MSZ EN 462-3-4:2000; Roncsolásmentes vizsgálatok. A radiográfiai felvételek képminősége. 3. rész: Vasalapú ötvözetekre vonatkozó képminőségosztályok. 4. rész: A képminőség és a képminőségi táblázatok kísérleti meghatározása.

25 Gyártástechnika

– MSZ EN ISO 4524-3 és -6:2000; Fémbevonatok. Galvanizált arany és aranyötvözetek vizsgálati módszerei. 3. rész: Elektrográfias porozításvizsgálatok. 6. rész: A visszamaradó sók jelenlétének meghatározása.
– MSZ EN ISO 4538:2000; Fémbevonatok. Tioacetamidós korróziós vizsgálat (TAA-vizsgálat).

– MSZ EN ISO 8290:2000; Zománcok és zománcozás. Kénsavval szembeni ellenállás meghatározása szobahőmérsékleten.

75 Kőolajipar és technológiái

– MSZ EN ISO 2160:2000; Ásványolajtermékek. Korróziós hatás rézen. Rézlemezpróba.

77 Kohászat

– MSZ EN ISO 6509:2000; Fémek és ötvözetek korróziója. Réz-cink ötvözetek cinktelenedéssel szembeni ellenállás meghatározása.
– MSZ EN ISO 9400:2000; Nikkelalapú ötvözetek. A kristályközi korrózióval szembeni ellenállás meghatározása.
– MSZ EN ISO 11306:2000; Fémek és ötvözetek korróziója. Tengervíz felszíni hatásának kitett fémek és ötvözetek vizsgálati és értékelési irányelvei.

83 Gumi- és műanyagipar

– MSZ EN 205:2000; Vizsgálati módszerek nem szerkezeti felhasználású faipari ragasztókhöz. Átlapolat kötések húzó-nyíró szilárdságának meghatározása.
– MSZ EN 302-1-4:2000; Ragasztóanyagok teherviselő faszerkezetekhez. Vizsgálati módszerek. 1. rész: Kötések hosszirányú húzó-nyíró szilárdságának meghatározása. 2. rész: A rétegszétválással szembeni ellenállás meghatározása. 3. rész: A cellulóz savas károsodása hatásának meghatározása a keresztirányú húzószilárdságra a hőmérséklet és a páratartalom ciklikus változásakor. 4. rész: A fagszorodás nyírószilárdságra gyakorolt hatásának meghatározása.

87 Festék- és színezékipar

– MSZ EN ISO 1519:2000; Festékek és lakkok. Tüskehajlítási vizsgálat (hengeres tüske).
– MSZ EN ISO 1520:2000; Festékek és lakkok. Mélyhúzási vizsgálat.
– MSZ EN ISO 6860:2000; Festékek és lakkok. Hajlítópróba (kúpos tüske).
– MSZ EN ISO 3262-1-7, -9 és -13:2000; Festékek töltőanyagai. Előírások és vizsgálati módszerek. 1. rész: Bevezetés és általános vizsgálati módszerek. 2. rész: Súlypát (természetes bárium-szulfát). 3. rész: Blankfix. 4. rész: Kréta (Baritfehér). Természetes kristályos (5. rész) és lecsapatott (6. rész) kalcium-karbonát. 7. rész: Dolomit 9. rész: Égetett kaolin. 13. rész: Természetes kvarc (őrölt)

Új, érvényes európai szabványok

Az 1999. szeptember 1-je és december 31-e között megjelent és szakterületünket érintő szabványok jegyzéke. (Tájékoztató címfordítás.)

– EN ISO 642:1999; Edzhetőségi vizsgálatok a végek hirtelen hűtésével (Jominy-vizsgálat)
– EN 1593:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. Szívárgásvizsgálat. Buborékemissziós technikák.

– EN 12223:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. Ultrahangos vizsgálat. Az 1. számú blokk kalibrálásának előírásai.

– EN 12543-1-5:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. Ipari röntgensugár-rendszerek fókuszpontjainak jellemzése. 1. rész: Letapogató módszer. 2. rész: Pontkamerás radiografikus módszer. 3. rész: Réskamerás radiografikus módszer. 4. rész: Széleket lesarkító módszer. 5. rész: Kísérleti röntgensugárzókat tényleges fókuszpontjának mérése.

– EN 12544-1 és -3:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. A röntgensugár feszültségének mérése és értékelése. 1. rész: Feszültségosztó módszer. 3. rész: Spektrometriás módszer.

– EN 12679:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. Ipari radiográfiai források méretének meghatározása. Radiográfias módszer.

– EN 13068-1-2:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. Röntgensugaras vizsgálatok. 1. rész: A leképező tulajdonságok mennyiségi mérése. 2. rész: A leképező rendszerek hosszú távú stabilitásának ellenőrzése.

– EN 10246-3-6, -8 és -14:1999; Acélcsővek roncsolásmentes vizsgálata. 3. rész. Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ívű eljárást) acélcsővek automatizált örvényáramos vizsgálata a hiányok kimutatására. 4. rész: Varrat nélküli, ferromágneses acélcsővek teljes felszínének automatizált mágneses (áramátvezetéssel) vizsgálata a keresztirányú hiányok kimutatására. 5. rész: Varrat nélküli és hegesztett (kivéve a fedett ívű eljárást), ferromágneses acélcsővek teljes felszínének automatizált mágneses vizsgálata a hosszirányú hiányok kimutatására. 6. rész: Varrat nélküli acélcsővek teljes felszínének automatizált ultrahangos vizsgálata a keresztirányú hiányok kimutatására. 8. rész: Acélcsővek villamos hegesztéssel készült varratainak automatizált ultrahangos vizsgálata a hosszirányú hiányok kimutatására. 14. rész: Varrat nélküli és hegesztett acélcsővek (kivéve a fedett ívű eljárást) automatizált ultrahangos vizsgálata a lamináris hiányok kimutatására.

– EN 13100-1:1999; Hőre lágyuló, félkész műanyag termékek hegesztett kötéseinek roncsolásmentes vizsgálata. 1. rész: Szemrevételezés.

– EN ISO 1798:1999; Rugalmas, porózus polimer anyagok. A szakítószilárdság és a szakadási nyúlás meghatározása.

– EN ISO 2440:1999; Rugalmas és szilárd, porózus polimer anyagok. Gyorsított öregedési vizsgálatok.

– EN ISO 4611:1999; Műanyagok. A nedves meleg, a vízsugár és a sópermet hatásainak a meghatározása.

– EN ISO 6506-1-3:1999; Fémes anyagok. Brinell-féle keménységvizsgálatok. 1. rész: Vizsgálati módszer. 2. rész: A vizsgálógépek hitelesítése és kalibrálása. 3. rész: A referenciatömbök kalibrálása.

– EN ISO 6508-1-3:1999; Fémes anyagok. Rockwell-féle keménységvizsgálatok. 1. rész: Vizsgálati módszer (A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T skálák). 2. rész: A vizsgálógépek hitelesítése (valamennyi skálára). 3. rész: A referenciatömbök kalibrálása (valamennyi skálához).

– EN ISO 505:1999; Szállítószalag-hevederek. A szakadás terjedésével szembeni szilárdság. Vizsgálati módszerek.

– EN 12350-1-6:1999; A friss beton vizsgálata. 1. rész: Mintavétel. 2. rész: Roskadásvizsgálat. 3. rész: Vebe-féle vizsgálat. 4. rész: A tömöríthetőség mértéke. 5. rész: Rázóasztalos vizsgálat. 6. rész: Sűrűség.

– EN ISO 6506-1-3:1999; Fémes anyagok. Brinell-féle keménységvizsgálatok. 1. rész: Vizsgálati módszer. 2. rész: A vizsgálógépek hitelesítése és kalibrálása. 3. rész: A referenciatömbök kalibrálása.

– EN ISO 6508-1-3:1999; Fémes anyagok. Rockwell-féle keménységvizsgálatok. 1. rész: Vizsgálati módszer (A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T skálák). 2. rész: A vizsgálógépek hitelesítése (valamennyi skálára). 3. rész: A referenciatömbök kalibrálása (valamennyi skálához).

– EN ISO 505:1999; Szállítószalag-hevederek. A szakadás terjedésével szembeni szilárdság. Vizsgálati módszerek.

– EN 12350-1-6:1999; A friss beton vizsgálata. 1. rész: Mintavétel. 2. rész: Roskadásvizsgálat. 3. rész: Vebe-féle vizsgálat. 4. rész: A tömöríthetőség mértéke. 5. rész: Rázóasztalos vizsgálat. 6. rész: Sűrűség.

– EN 12350-1-6:1999; A friss beton vizsgálata. 1. rész: Mintavétel. 2. rész: Roskadásvizsgálat. 3. rész: Vebe-féle vizsgálat. 4. rész: A tömöríthetőség mértéke. 5. rész: Rázóasztalos vizsgálat. 6. rész: Sűrűség.

– EN 12350-1-6:1999; A friss beton vizsgálata. 1. rész: Mintavétel. 2. rész: Roskadásvizsgálat. 3. rész: Vebe-féle vizsgálat. 4. rész: A tömöríthetőség mértéke. 5. rész: Rázóasztalos vizsgálat. 6. rész: Sűrűség.

Új ISO-szabványok, amelyek 1999. szeptember 18-a és december 12-e között jelentek meg. (Az ISO Bulletin 1999. novemberi száma alapján készült tájékoztató címfordítások.)

– ISO 3384:1999; Vulkanizált vagy hőre lágyuló gumi. A feszültségrelaxáció meghatározása összenyomáskor környezeti és emelt hőmérsékleten.

– ISO 7500-1:1999; Fémes anyagok. Statikus, egytengelyű igénybevétel adó vizsgálógépek ellenőrzése. 1. rész: Húzó/nyomó vizsgálógépek. Az erőmérő rendszerek ellenőrzése és kalibrálása.

– ISO 13802:1999; Műanyagok. Charpy-féle ingás ütőgépek ellenőrzése. Charpy- és Izod-vizsgálatok, és az ütve szakító vizsgálat.

– ISO 105-J02 és -Z10:1997; Textíliák. Színtartósági vizsgálatok. J02. rész: A relatív fehérség műszeres értékelése. Z10. rész: A relatív színtartóság meghatározása színezőoldatokban.

– ISO 4660:1999; Természetes nyers gumi. Színindexvizsgálat.

– ISO 2740:1999; Porkohászati fémes anyagok, a keményfémek kivételével. Szakítóvizsgálati próbatetek.

dr. Harry Naubereit – Jan Weihert:

Einführung in die Ermüdungsfestigkeit

Kifáradási szilárdság címen, egy újabb remek szakkönyv jelent meg a kifáradás területéről Németországban az 1999. év végén a *Carl Hanser Verlag*, München–Wien kiadó gondozásában.

Az alapvetően tankönyv szemlélettel szerkesztett kiadványt az teszi igazán értékessé, hogy mellékleteként egy olyan szoftvert adnak az olvasók kezébe, amely a kifáradásra való méretezésben, ellenőrzésben közvetlen módon alkalmazható.

A 272 oldal terjedelmű, 8 fejezetre tagozódó könyvet 59 irodalmi hivatkozás egészíti ki.

Az **első**, 15 oldal terjedelmű fejezetben a kifáradás jelenségével, annak megismerésével kapcsolatos történeti eseményeket, illetve az ismétlődő igénybevétel hatására bekövetkező törések kiküszöbölésének lehetőségeit foglalják össze a szerzők. Áttekintik a terhelés-analízis alapvető módszereit, valamint a szerkezeti elemek kifáradásra méretezésének lehetőségeit mind a kis-, mind a nagyciklusú kifáradás tartományban, mind pedig a fáradásos repedésterjedés figyelembevételével. E fejezetben mutatják be a CD-n mellékelt számítógépes program felépítésének alapkonceptiója, valamint az igen értékes feladatgyűjtemények struktúrája.

E sorok írójának hiányérzetet jelent az, hogy még az irodalomjegyzékben sem említették meg **W. Schütz** professzor igen kitűnő munkáját a kifáradás jelenségének történeti áttekintése kapcsán.¹ Az 554 irodalmi hivatkozást felsorakoztató történeti áttekintő munka bizonyára nagyban segítheti az olvasókat e jelenség megértésében.

A **második**, 31 oldal terjedelmű fejezet a terhelés-analízis kérdéskörét tekinti át. Ez igen fontos problémakör, hisz az üzemelő szerkezetek terhelése rendkívül összetett, időben változó. Ebből adódóan ahhoz, hogy anyag- és szerkezetvizsgálatokat végezhessünk, szükségünk van egy olyan terheléskép előállítására, amely a tényleges üzemi terhelést, vagy legalább annak legfőbb paramétereit hűven tükrözi. A szerzők e módszereket tekintik át nagyon világosan, egyértelműen, gyakorlati példákkal illusztrálva.

A 32 oldal terjedelmű **harmadik fejezet** a nominál feszültségre alapozott kifáradásra való méretezés módszereivel foglalkozik. Megadja a Wöhler-görbe különböző analitikus összefüggéseit, illetve az adott feszültség-amplitúdóval végzett vizsgálatoknál az élettartam eloszlás statisztikus értékelésének módszereit. Ismerteti a kifáradási határ kísérleti meghatározására használt statisztikai alapokon nyugvó eljárásokat. Ezek figyelembevételével alapvetően a Miner károsodási hipotézisre alapozott gyorsított fárasztóvizsgálatok alkalmazásának és az élettartamra, illetve kifáradásra való méretezés lehetőségeit tekinti át. Ez utóbbiak műszaki előírásokba (DINVEVN 1993), szabványokba (DIN 15.018, DIN 4.132) foglalt változatának gyakorlati alkalmazhatóságát kidolgozott számpéldákkal támasztja alá.

A **negyedik**, 20 oldal terjedelmű fejezet a kisciklusú fáradásra végzett méretezés kérdéskörét tekinti át. E témakör nyilvánvalóan a feszültséggyűjtő helyeket tartalmazó szerkezeti elemeknél, azaz minden reális szerkezetnél rendkívül fontos. Bemutatják a Wöhler-görbe e tartományát analitikus formában leíró összefüggéseket, ezek paramétereit és a kísérleti meghatározás módszereit. Az élettartamra való méretezési mód-

szerek gyakorlati alkalmazhatóságának megértését, követését számpéldák segítik.

Az **ötödik fejezetben**, 13 oldal terjedelemben, foglalkoznak a szerzők a fáradásos repedésterjedés leírására alkalmas módszerekkel. Itt megadják azon legszükségesebb törésmechanikai ismereteket, amelyek lehetővé teszik a repedéscsúcs környezetében kialakuló viszonyok leírását, ezáltal a maradék élettartam becslését a Paris- és a Forman-modellek figyelembevételével.

A **hatodik fejezet** kidolgozott példákat ismertet 30 oldalon. A **terhelés-analízis** gyakorlati alkalmazását 3 példával, a névleges feszültséggel **élettartamra** vagy **kifáradásra** végzett méretezést 4 példával, a bemetszések környezetében a **kisciklusú fáradásra** méretezést 3 példával, a **fáradásos repedésterjedés** figyelembevételével végzett méretezést 4 számpéldával mutatja be.

A könyv hátralévő része döntően a CD-n mellékelt **Fatigue 1.1** programrendszer leírásával foglalkozik. A 80 oldal terjedelmű **hetedik fejezetben** a programrendszer kommunikációs felülete, az alkalmazott jelölések, számítási módszerek, összefüggések kerülnek bemutatásra. A könyv ezen része gyakorlatilag software kézikönyv, alkalmazói leírás (user's guide).

A **nyolcadik fejezet** a software használatának az elsajátítását segítő feladatokat ismertet mind a terhelés-analízis, mind az élettartamra és kifáradásra való méretezés, mind a kisciklusú fáradás, mind pedig a fáradásos repedésterjedés témakörében.

A könyvet az egyes fejezetek végén megfogalmazott kérdésekre adott válaszok zárják. Így 22 kérdés vonatkozott a terhelés-analízisre, 11 az élettartamra és kifáradásra való méretezésre, 7 a kisciklusú fáradásra és 9 a repedést tartalmazó szerkezetekre.

Az ismertetésből is érzékelhető, hogy a bemutatott mű alapvetően (szinte kizárólagosan) gyakorlatorientált, azaz egy adott szerkezeti elem várható élettartamára akar becslésekkel szolgálni. Ebből adódóan a könyvet hasznosan forgathatják mindazok, akik a kifáradásra való méretezésekkel hivatásszerűen, a mindennapi gyakorlatban foglalkoznak, illetve az erre való felkészülést oktatják. Így igen hasznos tankönyve lehetne e mű a gépészmérnökök képzésének is. A gyakorlati alkalmazást jelentősen segíti a könyvhöz mellékelt CD. Mind a könyv, mind pedig a software viszonylag kis energia befektetéssel magyar nyelven is megjelentethető lenne, hisz a 272 oldalas mű döntő részben kifejezéseket, táblázatokat, számpéldákat tartalmaz, tehát a lefordítandó szöveges rész viszonylag kis arányt képvisel.

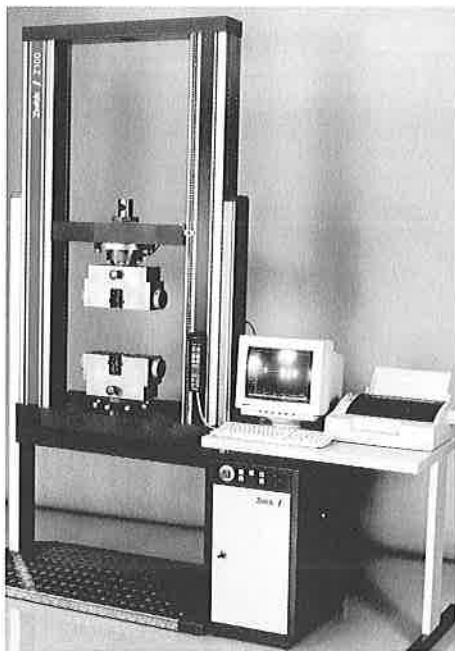
Aki az eredeti mű után érdeklődik, részletes felvilágosítást kaphat a **Fachbuchverlag Leipzig** im **Carl Hanser Verlag**-tól (Naumburger Strasse 26a, D-04229 Leipzig, tel: 49-341-49034-0, fax: 49-341-4806220, honlap: <http://www.hanser.de>).

¹ W. Schütz: Zur Geschichte der Schwingfestigkeit. Material Wissenschaften und Werkstofftechnik 1993 p.203-232.

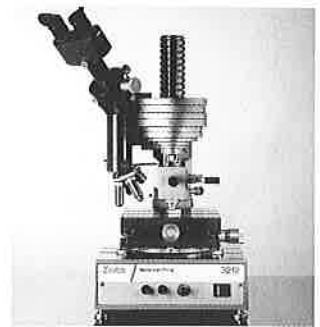
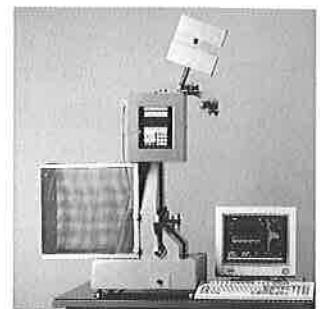
Zwick

Materialprüfung

anyagvizsgálat felsőfokon



- univerzális szakítógépek (nyomó- és hajlítógépek), speciális vizsgálatok elvégzésére is;
- próbatest-kivágók, próbatest-marók;
- keménységmérők (Rockwell, Vickers, Brinell, Knoop, Shore A, Shore D);
- Melt-index mérő;
- ingás ütőművek;
- automatikus fonálszakítók;
- kopásvizsgáló;
- kapillár reométer,
- mooney-viszkoziméter



Toni Technik

Materialprüfung

**Hidraulikus építőanyagvizsgáló gépek
6–6000 kN tartományban.**

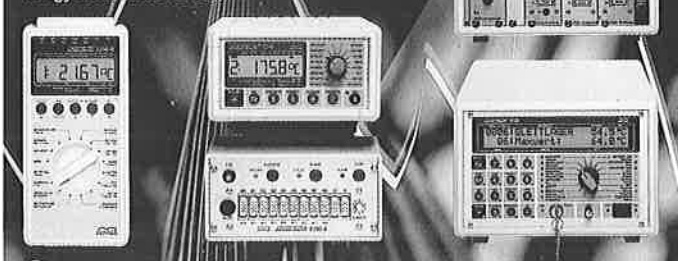
**Komplett berendezések cement- és
betonlaboratóriumok részére,
mérőműszerek cementvizsgálathoz**



ALMEMO® MÉRŐRENDSZER

Fizikai, elektromos és kémiai mennyiségek mérése

kijelzése, tárolása, dokumentálása, felügyelete, kiértékelése



AHLBORN


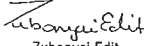
- hőmérséklet, nyomás,
- légsebesség, légnedvesség,
- frekvencia, fordulatszám,
- mV, mA és egyéb jellemzők mérése és dokumentálása egy készülékkel;
- érintés nélküli infrahőmérők,
- adatgyűjtők, – szoftverek, – nyomtatók



Magyarországi képviselő: **Senselektro Kft.** 1064 Budapest VI., Vörösmarty u. 33. Tel.: 3427-982, Fax: 2848-180

Forgalmazás, üzembehelyezés, garancia, garanciaidőn túli szervizszolgáltatás, karbantartás, pótalkatrész- és tartozékszállítás

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!

 AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt. Oktatásszervezési Osztály 1211 Budapest, Gyepsor u. 1. Tel./Fax: 425-0761			
Tanfolyam típusa	Tervezett kezdés		
ANYAGVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTŐ, MINŐSÍTŐ ÉS ÚJRAMINÓSÍTÓ TANFOLYAMOK			
	1. fozozat	2. fozozat	3. fozozat
Ultrasongos anyagvizsgáló (UT)	2000. 09. 25.	2000. 10. 24.	2000. 09. hó
Órvényáramos anyagvizsgáló (ET)	2000. 11. 27.	2000. 11. 27.	2000. 09. hó
Radiológiai anyagvizsgáló (RT)	2000. 09. 25.	2000. 10. 24.	2000. 09. hó
Mágneses anyagvizsgáló (MT)	2000. 11. 06.	2000. 11. 27.	2000. 09. hó
Penetrációs anyagvizsgáló (PT)	2000. 11. 10.	2000. 12. 04.	2000. 09. hó
Vizuális anyagvizsgáló (VT)	2000. 11. 15.	2000. 12. 11.	2000. 09. hó
Tömörégi anyagvizsgáló (LT)	2000. 10. 09.	2000. 11. 06.	2000. 09. hó
Rezgéselemző (VAT)	2000. 09. 18.	2000. 10. 16.	2000. 09. hó
Mechanikai anyagvizsgáló	2000. 10. 09.	2000. 11. 27.	
Metallurgiai anyagvizsgáló	2000. 10. 02.	2000. 11. 13.	
Színképelemző (SPT)	Létszámlüggő	Létszámlüggő	
NYOMÁSTARTÓ- ÉS TARTÁLYTECHNIKAI TANFOLYAMOK			
Tartályvizsgáló	2000. 10. 09.		
Tartályvizsgáló szakképesítést kiegészítő (C modul)	2000. 10. 16.		
Tartályvizsgáló újraminósító	2000. 10. 24.		
Tartálytisztító	2000. 11. 13.		
Tartályjavító- és karbantartó	2000. 11. 27.		
Bányászati nyomástartóedény-vizsgáló	2000. 09. 25.		
Nyomástartóedény-gépész	2000. II. féltév		
Nyomástartóbarendezés-kezelő	Létszámlüggő		
BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉPZÉSEK			
Alapfokú sugárvédelmi	2000. 10. 02.		
Sugárberendezés-kezelő bővített sugárvédelmi	2000. 10. 02.		
ADR	Folyamatosan		
Érintésvédelem szabványossági felülvizsgáló	2000. II. féltév		
Tűzvédelmi tanfolyamok	Folyamatosan		
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI SZAKKÉPZÉS			
Minőségellenőrző	2000. 11. 13.		
Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító (auditor)	2000. II. féltév		
A minőségszabályozás statisztikai és egyéb eszközei	Létszámlüggő		
TQM alapjai	2000. II. féltév		
TQM a vezetők részére	2000. II. féltév		
QS 9000	2000. 12. 11.		
ISO 9000 és ISO 9000:2000	2000. II. féltév		
KÖRNYEZETVEDELMI TANFOLYAMOK			
Környezetvédelmi laboráns	2000. II. féltév		
Környezetvédelmi szakelőadó	Létszámlüggő		
Településhulladék-gyűjtő és -szállító	Létszámlüggő		
EGYÉB TANFOLYAMOK			
Töltőállomás-kezelő, eladó	2000. 09. 18.		
Emelőgép-ügyintéző	2000. 09. 18.		
Építési műszaki ellenőrző I.	2000. II. féltév		
Építési műszaki ellenőrző II.	2000. II. féltév		
Szövegszerkesztő (kezdő és haladó)	Folyamatosan		
Táblázatkezelő (kezdő és haladó)	Folyamatosan		
AutoCAD (kezdő és haladó)	Folyamatosan		
A tanfolyamok helye: AGMI Rt. Anyagvizsgáló Épülete (1211 Budapest, Gyepsor u. 1.) Szállást és étkeztést igény szerint biztosítunk. Tanfolyamokat kihelyezett formában is vállalunk. Érdeklődni lehet: AGMI Rt. Oktatásszervezési Osztály, Gáspár Anila osztályvezető helyettes, Mikus Erzsébet oktatási menedzser 1751 Budapest, Pf.: 114 Tel./Fax: 425-0761 E-mail: agmivig@matavnet.hu			
SZERETTEL VÁRJUK TANFOLYAMAINKON!			
 Zubonyai Edit osztályvezető			



ORSZAK BT.

1752 Budapest, Pf. 101. Fax: 277-6226, Mobil: 06-20/9582-659

Az ORSZAK BT. 2000 telén és 2001 tavaszán roncsolásmentes anyagvizsgáló (RmAv) tanfolyamokat szervez az eljárások széles skáláján mind az OKJ, mind az MSZ EN 473 szabvány követelményeit kielégítő tematikákkal.

Az RmAv-tanfolyamok alapozó tárgyait – anyagvizsgálat, anyag- és gyártásismeret – előzetesen kell elsajátítani az **alapozó tanfolyamokon**, illetve a mentességet adó szakirányú felsőfokú végzettséget, vagy érvényes anyagvizsgáló képesítést igazolni kell.

Megkeresésre részletes tájékoztatást adunk a szakterület megválasztásához, a tanfolyamokról és a jelentkezés feltételeiről, illetve az étkeztetés és a szállás lehetőségeiről; jelentkezési lapot és részletes programot küldünk. A tanfolyamok hallgatói megkapják a nyomtatott jegyzeteket, ill. az érvényes szabványok, az MHIE-tematikák és vizsgakérdések jegyzékét.

Célunk, hogy hallgatóink jól elsajátítsák az adott eljárás elméletét és gyakorlati feltételeit. Ennek érdekében tanfolyamainkon szakképesített és nagy gyakorlattal rendelkező előadók oktatnak, a gyakorlati foglalkozások az MSZ EN 45001 szerint akkreditált vizsgáló laboratóriumokban folynak. Tanfolyamaink legeredményesebb hallgatóit hasznos anyagvizsgáló eszközöket tartalmazó csomaggal ajándékozzuk meg.

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMAINK PROGRAMJA:

Alapozó tanfolyam az 1. fokozatú RmAv-hez: 2000. szept. 18–19.; 2001. jan. 8–9.

Alapozó tanfolyam a 2. fokozatú RmAv-hez: 2000. okt. 30–31.; 2001. febr. 26–27.

Tömörésvizsgáló LT-1: 2000. szept. 18–29.

Rezgéselemző VAT-2, az SKF Rt-vel együttműködve: 2000. okt. 2–13.;

2001. márc. 19–30.

Rezgéselemző VAT-1, az SKF Rt-vel együttműködve: 2000. nov. 20.–dec. 1.;

2001. máj. 7–18.

Mágnesezhető poros MT-1: 2000. szept. 20–28., vizsga: okt. 3–4.;

2001. jan. 10–12., vizsga: jan. 23–24.

Folyadékbehatolás PT-1: 2000. szept. 26–28., vizsga: okt. 4–5.;

2001. jan. 15–17., vizsga: jan. 23–24.

Vizuális VT-1: 2000. szept. 29.–okt. 2., vizsga: okt. 5–6.;

2001. jan. 18–22., vizsga: jan. 25–26.

Ultrasongos UT-1: 2000. okt. 9–25., vizsga: okt. 25–26.;

2001. jan. 29.–febr. 14., vizsga: febr. 15–16.

Mágnesezhető poros MT-2: 2000. nov. 1–3., vizsga: nov. 15–16.

2001. febr. 28.–márc. 2., vizsga: márc. 20–21.

Folyadékbehatolás PT-2: 2000. nov. 6–8., vizsga: nov. 15–16.;

2001. márc. 5–7., vizsga: márc. 21–22.

Vizuális VT-2: 2000. nov. 9–13., vizsga: nov. 16–17.;

2001. márc. 8–12., vizsga: márc. 13–14.

Ultrasongos UT-2: 2000. nov. 20–29., vizsga: nov. 30.–dec. 1.

2001. márc. 19–28., vizsga: márc. 29–30.

Kondicionáló tanfolyamok: MT-2, PT-2, VT-2 2000. dec. 4–8.;

UT-2 2000. dec. 11–15.; és RT-2 2001. jan. 10–15.

A kondicionáló tanfolyamokat az 1995-96-ban 2. fokozatú vizsgát tett kollégáknak ajánljuk. Ismertetjük az új vizsgálati szabványokat, eljárásokat és eszközöket. A tanfolyam a tanúsítványok meghosszabbításához is hasznos segítség.

Tömörésvizsgáló LT-2: 2001. febr. 19.–márc. 2.

Akusztikus emissziós AET-2 újraminósító: 2001. ápr. 9–18., vizsga: ápr. 19–20.

LEGALÁBB HAT FŐ JELENTKEZÉSE ESETÉN INDULÓ TANFOLYAMOK:

– Színképelemző, SPT-1 és SPT-2, – Akusztikus emissziós, AET-1 és AET-2;

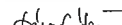
– Hőkezelő.

Vállalatok, társaságok részére kihelyezett tanfolyamokat, ill. speciális igények szerinti képzést is szervezünk. Vállaljuk szakmai napok szervezését is új termékek és eljárások bemutatására.

Forduljon hozzánk bizalommal!



Szűcs Pál



Dénes Gábor

Nemzetközi rendezvények 2000-ben

3rd International conference of welding, június 6–9., Budapest, Pesti Technika Háza (Bp. V. Kossuth L. tér 6–8.). A GTE, az MHIE és a német DVS közös rendezvénye, egyben a Hegesztési Szakosztály X. nemzetközi hegesztési konferenciája. Az európai minősítésű EWE, EWT szakemberek számára a részvétel kötelező! A konferencia témakörei: a XXI. század hegesztő eljárásai, a hegesztés minőségbiztosítása, a hegesztett szerkezetek megbízhatósága és élettartamuk növelése, a hegesztő szakemberek képzése és tanúsítása. A több mint 60 regisztrált előadást számos, nemzetközileg elismert külföldi és hazai szakember témázza. – *Program és jelentkezési lap* Berzy Judith-tól igényelhető (tel.: 202-1382, fax: 202-0252). A konferencia szervezőbizottságának elnöke: Dr. Rittinger János.

9th Nordic Symp. on Tribology, Porvoo, Finnország. 2000. június 11–14. Cím: Peter Andersson, VTT Manufacturing Technology, P.O.Box 1702, FIN-02044 VTT, Finland. Tel.: +358 9 4565387; Fax: +358 9 460627; e-mail: peter.andersson@vtt.fi.

ECF-13 Fracture Mechanics: Applications and Challenges, San Sebastian, Spanyolország. 2000. szeptember 6–9. Cím: ECF-13 @ CEIT, Paseo de Manuel Lardizabal 15. 20018 San Sebastian, Spain. Fax: +34 943 213076; e-mail: ecf13@ceit.es.

The 14th Int. Conf. on Surface Modification Technologies, Párizs, 2000. szeptember 11–13. Cím: SMT 14 Secretariat, Congres Scientifiques Services Chantal IANNARELLI, 2, rue des Villarmains, 92210 Saint-Cloud, France.

Fax: +33 (1)47 719005; e-mail: c2s@club-internet.fr.

Structural Integrity in the 21st Century, Cambridge, UK. 2000. szeptember 19–21. Cím: Cheryl Gleave, Conference Secretariat, AEA Technology plc, Risley, Warrington, Cheshire WA3 6AT. UK.

Int. Symp. Materials Ageing and Life Management, Kalpakkam, Tamil Nadu, India. 2000. október 3–6. Cím: Dr. K. Bhanu Sankara Rao, Mechanical Metallurgy Division Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam 603 102, India. Fax: +91 4114 40301/40360/40396. E-mail: bhanu@igcar.ernet.in.

15th WCNDD – World Conf. on Non-Destructive Testing, Róma, Olaszország. 2000. október 15–21. Cím: AIPnD, Via A Foresti, 5-25127 Brescia, Italy. Tel.: +39 030 3739173. Fax: +39 030 3739176; e-mail: aipnd@mail.protos.it.

EUROMAT 2000 – Conf. on Advances in Mechanical Behaviour, Plasticity and Damage, Tours, Franciaország. 2000. november 7–9. Főléma: összefüggések és anyag szerkezete és mechanikai tulajdonságai között. Cím: SF2M Société Française de Métallurgie et de Matériaux, Les Fontenelles, 1 rue de Craiova, F-92024 NAN-TERRE CEDEX, Tel.: +33(0)141020390, Fax: +33(0)141020388, E-mail: sfmm@wanadoo.fr.

ASTM Symp. Environmentally Assisted Cracking, Orlando, Florida, USA. 2000. november 13–15. Cím: Dr.R.D. Kane, InterCorr International Inc., 14503 Bammel North Houston Rd. Suite 300, Houston, TX 77014, USA. Fax: +281 4440246. E-mail: rdk@clihouston.com.

„ALAPÍTVÁ: 1989”



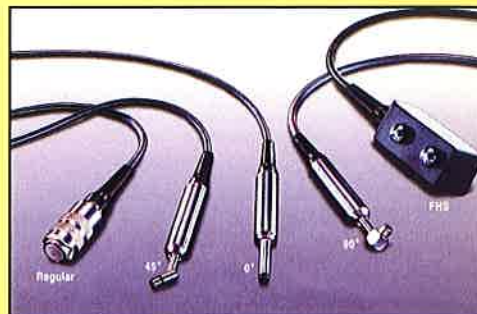
TESTOR

ANYAGVIZSGÁLAT – MÉRÉSTECHNIKA

DeFelsko termékcsalád:



DeFelsko szondaválaszték:



Mérés kis és/vagy görbült felületen:



Adatfeldolgozás

A táblázatban szereplő készülékek többsége három verzióban készül:

1.	Alapkitelben mér és kijelez
2.	Beépített statisztika
3.	Beépített memória és statisztika infra csatolású printer csatlakozási lehetőséggel és kiértékelő szoftverrel.

Helyszíni adatfeldolgozás és nyomtatás



TESTOR BT.

Budapest XII., Meredek u. 33. · 1538 Budapest, Pf. 528. · Tel.: 319-1-319 · Fax: 319-2284
www.testor.hu · info@testor.hu

DYMO®

LETRATAG ELEKTROMOS FELIRATOZÓGÉP



TOVÁBBI INFORMÁCIÓKÉRT FORDULJON AZ ALÁBBI KERESKEDŐKHOZ:

Cég	Cím	Telefon
Gátiba Kft.	8200 Veszprém, Csillag u. 13.	88/422-648
Kekon kft.	6722 Szeged, Gogol u. 13.	62/491-049
S-Vill Ker. Kft.	6343 Miskolc, Baross G. u. 13-15.	46/413-151
Mentavill Kft.	8000 Székesfehérvár, Budai út 177.	52/437-511
Mile Kft.	1104 Budapest, Mádi u. 52.	431-9800

 **ESSELTE**