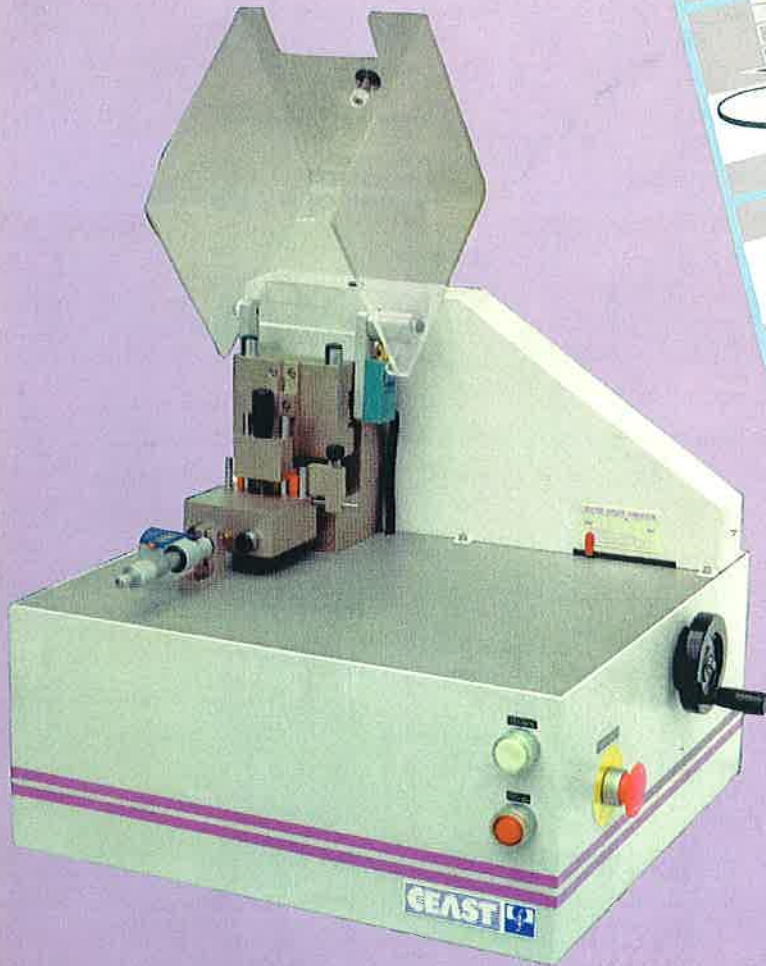


ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

8. ÉVFOLYAM
4. SZÁM
1998.



SPECIMEN PREPARATION
MECHANICAL AND
PHYSICAL TEST
EVALUATIONS
PROCESS TEST
EVALUATIONS
THERMAL TEST
EVALUATIONS
ELECTRICAL TEST
EVALUATIONS
VARIOUS TEST
EVALUATIONS

CEAST

DESIGN AND PRODUCTION
OF INSTRUMENTS
AND APPARATUS
FOR QUALITY CONTROL
ON MATERIALS

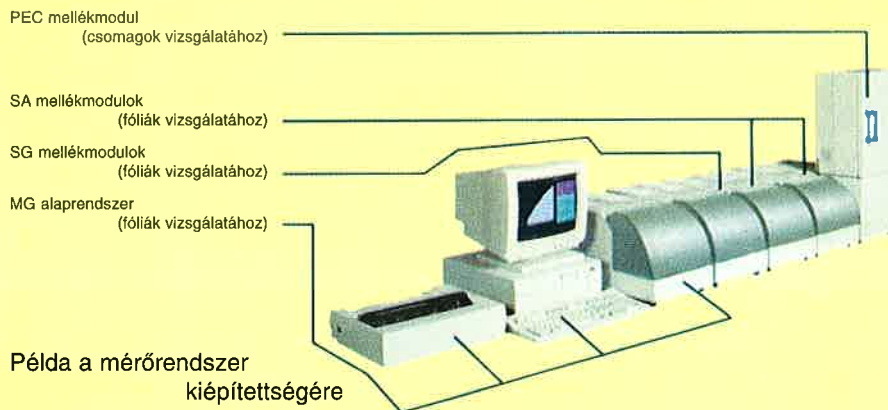


Permatran-W 3/31 mérőrendszer

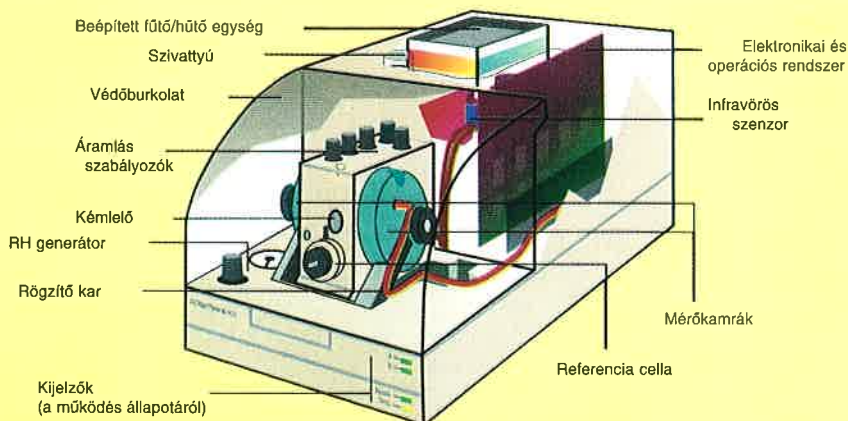
*a csomagolóanyagok vízgőzáteresztő képességének a meghatározásához
az ASTM F-1249 szabvány előírásai szerint*

A mérés elve: az előválasztás szerinti állandó hőmérsékleten tartott és a csomagolófóliával kettéválasztott mérőkamrában a fólia egyik oldalán 100%, vagy ettől eltérően beállított állandó relatív nedvességtartalmú levegő, míg a másik oldalán száraz nitrogén gáz áramlik, amely a fólián keresztül átszivárgott párát magával ragadja és egy infravörös mérőcellába vezeti. A számítógéppel vezérelt és értékelt mérés eredménye a fólia egyensúlyi vízgőzáteresztő képességének ($\text{g/m}^2 \cdot \text{nap}$) mértékegységben kifejezett, az adott hőmérséklethez és relatív páratartalomhoz tartozó értéke.

A mérőrendszer három, az MA, az MG vagy az MW modulú ún. **alaprendszer** valamelyikéből – amelynek a nagy sebességű számítógép és a nyomtató is eleme – és a további, az igény szerint megválasztott, ún. **mellékmodulokból** az SA, SG, SW fólia-, illetve PEC csomagvizsgáló modulokból építhető fel. Legfeljebb tíz mérőmodul kapcsolható egy rendszerbe.



Mindegyik mérőmodulban két mérőkamra van az azonos feltételek szerinti párhuzamos vizsgálat céljára, továbbá egy ún. referencia cella a mérés folyamatos ellenőrzésére. A mérőkamrák etalon fóliákkal kalibrálhatók, amelyeknek a paramétereit a számítógép tárolja, illetve a kiértékeléshez felhasználja.



ANYAGVIZSGÁLOK 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 1999-re

(1–4. szám): 2.100,- Ft

Előfizethető közvetlenül a kiadónál, illetve postautalványon, vagy átutalással, az EKB 13-00-0017/102 65712 számon. Az előfizető csekken a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják be az előfizetésre vonatkozó időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

1119 Budapest, Nándorfejérvár köz 15.

Tel./Fax: 204-0510

Előkészítés: **PC-PRINT BT.**

Tel.: 205-6399

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-8410

Jövönket tápláló gyökereink

Történelmünk sajátossága, hogy a század- és egyben ezredforduló közeledtével szaporodnak nemcsak nemzetünk, hanem a kisebb-nagyobb közösségeink megemlékezésre méltó évfordulói is. Mindmegannyi alkalom a számvetésre és a jövőépítésre.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége – a Magyar Tudomány Napja rendezvénysorozat keretében – november 3-án ünnepelte félévészázados fennállását a Budapesti Kongresszusi Központban. Szakmai közösségünket levélben köszöntötte Gönz Árpád köztársasági elnök. A kormány nevében Pokornyi Zoltán oktatási miniszter, az Akadémia nevében Glatz Ferenc elnök mondott köszöntőt. A MTESZ társadalmi szervezetét méltató gondolataik közös vonásaként azt emelhetjük ki, hogy közösségünk a tevékenységével a természettel harmonizáló tudományos haladás szolgálatát állította programja középpontjába és belső értékrendjében az emberi minőség volt a hangsúlyos. A jövő feladataira vonatkozó gondolataik összecsengtek Havass Miklós MTESZ-elnök gondolataival és a hallgatóság egyetértő megnyilvánulásaival ekképpen: Globalizálódó világunkban sürgető feladat nemzetünk fejlődését az adottságainknak megfelelően biztosító program kidolgozása és megvalósítása, amelyhez elengedhetetlen a felelős együttműködés a kormányzat, az Akadémia és a MTESZ között. Egy ilyen, a reformkorhoz hasonló program társadalmunk különböző közösségeinek szerepvállalását is elősegítené.



Szűkebb szakterületünkön az újonnan szerveződött közösségek még csak szerényebb, ám elemzésre alkalmas múltra tekinthetnek vissza.

A Testor BT. – lapunk kiadója – aktív közszereplést vállalva jövőre ünnepli alapításának 10. évfordulóját. A program, amelyet Olvasóink figyelmébe ajánlunk, a következő:

– 1999. február 9-12. Labortechnika 1999 kiállítás a Budapesti Vásárcsopont F pavilonjában. Lapunk 1999/1. számát ehhez kötötten, növelt példányszámban jelentetjük meg.

– 1999. február 16. Anyagvizsgálók Lapja Fórum a Budapesti Sportcsarnokban a Magyar Regula nemzetközi szakkiallítás keretében.

– 1999. május 11–15. az Industria nemzetközi szakvásár keretében anyagvizsgáló gépek és műszerek kiállítása és szakmai fórum a műanyagok vizsgálóberendezéseiről. Az előzetes jelentkezési lapot mellékeljük, és várjuk érdeklődő visszajelentkezéseiket.

– Lapunk 1999/2. számában a Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás (Eger, április 13–16.) előadásait közöljük.

A Testor BT. céginformációi, valamint az Anyagvizsgálók Lapja eddig megjelent számainak tartalomjegyzéke és egyéb lapinformációk hozzáférhetők az Internet hálózaton is: www.testor.hu.

Lapszerkesztésünk ars poetica-ja változatlan: szakmai tapasztalatcsere fórumot biztosítani a minőség, a megbízhatóság és a biztonság szolgálatában. Ehhez változatlanul kérjük és várjuk szakértőink cikkeiket, közleményeit csakúgy, mint a lapunk megjelenését támogató hirdetéseiket is.

Tisztelt Olvasóink! Mire lapunkat kézhez kapják, már küszöbön áll a karácsony és az új esztendő, amelynek örömteli, békés és tartalmas megéléséhez – lapunk kiadója és szerkesztőbizottsága nevében is – jó egészséget, eredményes munkát és sok sikert kívánok!

Tisztelettel:

Dr. Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

Tisztelt Olvasó!

Ha lapunkra elő kíván fizetni, szíveskedjék kitöltve visszaküldeni a mellékelt Megrendelési űrlapot.

Tisztelt Előfizetőnk!

Előfizetése 1999. évi megújításához közvetlenül számlát küldünk.

Köszönjük érdeklődését!

ANYAGOK – MATERIALS – MATERIALEN

Krállics György, Ziaja György:

Hipereutektikus Al-Si-Ni ötvözetek alakítási szilárdságának meghatározása

Determination of deformation strength of the hypereutectic Al-Si-Ni alloy

Bestimmung der Formänderungsfestigkeit von übereutektische Al-Si-Ni Legierung 101

Pethő Tibor:

Alakemlékező ötvözetek viselkedésének vizsgálata

Investigation of behavior of the shape memory alloys

Untersuchung des Benehmen von die Formgedächtnis-Legierungen 104

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

Puskás Péter, Gácsai Zoltán, Hullán Szabolcs, Posgay György:

Belső feszültség vizsgálata vasúti sínben

Investigation of internal stress on railway rail

Untersuchungen der Eigenspannung auf Eisenbahnschiene 107

Szalay Zsolt:

Nyomásos alumíniumöntvények porozitásvizsgálata röntgenradiográfiával

Porosity examination of pressure aluminium castings by means of X-ray radiography

Porositätsprüfungen der Aluminiumdruckgüsse mit Röntgenradiographie 110

RmV-HELYZETKÉP – NDT-REVIEW – ZfP-RUNDSCHAU

Balaskó Márton, Fücsök Ferenc, Pinczés János, Trampus Péter:

Beszámoló a 7. Európai Roncsolásmentes Vizsgáló Konferenciáról

Account about 7th ECNDT

Bericht über 7. ECNDT 112

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK – INSTRUMENTS, EQUIPMENTS – GERÄTE, ANLAGEN

Mohácsi Gábor:

Bevonatok fényességének műszeres vizsgálata

Measurement of coating's gloss with instrument

Glanzmessung des Überzug mit Meßgerät 121

Tóth Péter:

Műanyagok vizsgálóberendezései

Instruments for testing of plastics

Geräte für Prüfung der Kunststoffe 123

MŰSZERES ANALITIKA – ANALYSIS WITH INSTRUMENT – INSTRUMENTELLE ANALYSE

Mester Zoltán, Fodor Péter:

Hat arzén módosulat speciációja – Arzén specieszek atomfluoreszcens jelének vizsgálata

Six arsenic species – Investigation of atomic fluorescens signal of arsenic species

Sechs Arsen Spezies – Untersuchung des Atomfluoreszenz-Signal von Arsen Spezies 125

SZEMLE – REVIEW – RUNDSCHAU 128

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUALITÄTSSICHERUNG

Koczor Zoltán, Marschall Marcell:

Anyagvizsgálati sajátosságok a minőségügyi rendszerek gyakorlatában

6. rész: Az anyagvizsgálati tevékenységek szabályozása a szabványosított minőségügyi rendszerekben

Material testing peculiarities of the quality assurance systems

Part 6: Control of the material testing activity by the standard quality assurance systems

Die Materialprüfungseigenarten der Qualitätssicherung-Systeme

6. Teil: Regelung der Materialprüfungstätigkeiten durch die normal Qualitätssicherung-Systeme 129

HÍREK – NEWS – NACHRICHTEN 124, 133

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER 134

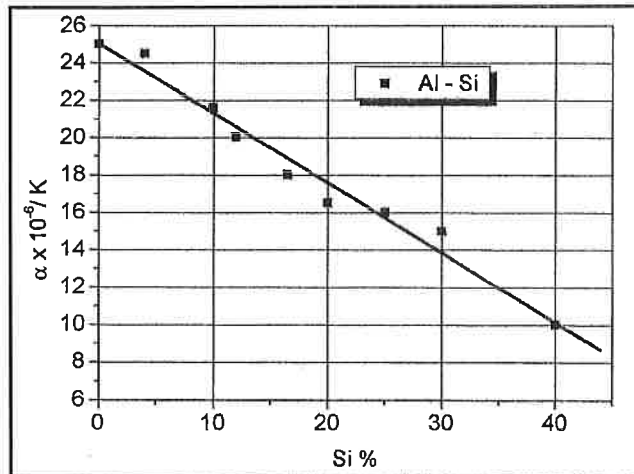
Hipereutektikus Al-Si-Ni ötvözetek alakítási szilárdságának meghatározása

Dr. Krállics György – Dr. Ziaja György*

Bevezetés

Az alumíniumötvözetek kedvező tulajdonságai általánosan ismertek és ennek megfelelően használatosak a műszaki gyakorlatban. Hasonlóan jól ismertek azok az eljárások is, amelyekkel az ötvözetek tulajdonságai – gyakran nem kevés ellentétes hatás kíséretében – megváltoztathatók.

Az alumínium alapú ötvözetek hátrányos tulajdonságai a kis folyáshatár, szakítószilárdság és rugalmassági modulus; mindezek fokozottan érvényesülnek a szobahőmérsékletnél magasabb hőfokokon. Nagyon hátrányos az acélokhöz képest a nagy, csaknem kétszeres hőtágulási együttható, és a gyenge kopásállóság. A szokásos környezeti hőmérsékletre képest emelt, vagy éppen csökkentett hőhatásnak kitett, együtt dolgozó acél-alumínium gépszerkezeti elemek, pl. belső égésű motorok vagy hűtőberendezések alkatrészei esetében ezt a problémát szilícium, vagy szilícium és nikkel együttes ötvözésével próbálják megoldani. (Hozzá kell tenni, hogy a rugalmassági modulus így nem lehet érdemben javítani, ezen csak az alumínium mátrixú kompozitok alkalmazása segít.) Az alumíniumhoz ötvözött szilíciumnak a hőtágulási együtthatóra gyakorolt hatását *Stefániay* [1] nyomán az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A szilícium hatása a hőtágulási együtthatóra

Az 1. ábrából látszik, hogy a tiszta alumínium kerekén 24×10^{-6} mm/mm.K hőtágulásának az acél 12×10^{-6} mm/mm.K értékét csak durván megközelítő $16-17 \times 10^{-6}$ mm/mm.K-re csökkentéséhez több mint 25% Si ötvözésére van szükség. Az Al-Si állapotábra szerint az ilyen – öntészeti – ötvözet szerkezete Al-Si eutektikumba ágyazott primer szilícium kristályokból áll. Leegyszerűsítve: alumínium mátrixba ágyazott finomabb és durvább szilícium. Egyensúlyi viszonyok között az olvadékból közvetlenül kiváló kemény, durva kristályok aránya a szövetszerkezetnek legalább 15%-a. Ennek következtében ez az anyag nagyon rideg, de jól önthető és kopásálló. Az öntéssel alakra hozott munkadarabok tulajdonságait jórészt az öntőforma hűtőhatásával irányítottan kialakuló kristályszerkezet fogja meghatározni. A durva szerkezet hőkezeléssel nem javítható.

A primer szilíciumkristályok méretei az olvadékból történő gyors hűtéssel csökkenthetők, és ezzel az anyag alakváltozó képessége növelhető. Ha az alumínium-szilícium (esetleg további ötvözőket is tar-

talmazó) olvadékat gázárammal porlasztják, akkor nagyon gyorsan szilárdult (rapid solidificated RS) por készíthető, amely az ötvöző(k)-re erősen túltelített, a termodinamikai egyensúlyi állapottól jelentősen eltérő anyag. A por tovább kezelhető: őrölhető, lágyítható, granulálható, gáztalanítható és osztályozható. A megfelelően kezelt porból a porkohászat módszereivel félgyártmányok vagy kész alkatrészek gyárthatók. A technológiát hazánkban részletesen az azóta megszüntetett Aluterv-FKI laboratóriumában dolgozták ki. [2][3]. A technológia továbbfejlesztésére a BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Tanszéken nyílt lehetőség az Európai Unió által finanszírozott INCO-COPERNICUS CT 96 0750 számú, „MicroAlu” nevű projekt keretében.

A projekt célja a porkohászati úton előállított anyag technológiai tulajdonságainak meghatározása és viszonylag kisméretű gépelemek kísérleti gyártásának megoldása. A kísérletek során felhasznált porok kémiai összetétele az 1. táblázatban látható. A por alumínium kapszulába töltését gáztalanítás, majd kisajtolásos tömörítés követi. A kisajtoló rúd sűrűsége gyakorlatilag 100%: szerkezetében üregeket csak elhanyagolhatóan kis mennyiségben, elektronmikroszkópi vizsgálatokkal lehetett kimutatni. Az ilyen módon előállított rúdból akár forgácsolással, akár képlékeny alakítással, vagy ezek kombinációival készíthetők alkatrészek.

1. táblázat. A kísérleti anyagok kémiai összetétele

	Kémiai összetétel % *				
	Si	Ni	Fe	Cu	Mg
1. ötvözet	26.4	6.0	0.41	< 0.01	0.04
2. ötvözet	26.9	6.0	0.38	< 0.01	0.04
3. ötvözet	20.5	7.8	0.56	< 0.01	0.13

* a többi anyag Al.

Az alakítási technológia megbízható tervezése igényli az anyag képlékeny folyására jellemző alakítási szilárdság meghatározását. A tervezés napjainkban legkorszerűbb módszere a végeeselemes analízisen alapuló virtuális gyártás [4], amely megoldhatatlan a pontos folyásgörbe egyenlet ismerete nélkül. Ezért célul tűztük ki olyan mérési és kiértékelési technika alkalmazását, amellyel a gyártási folyamat során várható alakváltozás, hőmérséklet és alakváltozási sebesség intervallumban nagyon pontosan határozható meg az alakítási szilárdság.

Az alakítási szilárdság mérése

Az alakítási szilárdság mérését az említett MicroAlu projekt holland résztvevője *Stan T. Mandziej* végezte el [5]. A zömítő kísérletek Gleeble 3500 termomechanikai szimulátoron folytak [4] $\varnothing 15.9 \times 8.8$ mm-es hengeres próbatestek felhasználásával, amelyek átlagos kiindulási szemcsemérete 50 μ m és 200 μ m volt. A 2. ábrán látható elrendezés mellett sík alakváltozás feltételeit lehetett biztosítani. Az alakítószerszám és a munkadarab között grafitalapú kenőanyagot alkalmaztak. A vizsgálatok $T = 380, 420$ és 460 °C-on és 10, 1, 0.1 valamint 0.001 1/s állandó alakváltozási sebesség mellett történtek. Az alakító erő, a hőmérséklet, a próbatest magasság folyamatos regisztrálása az idő függvényében jelentette azokat a paramétereket, amelyek alapján a próbatest alakváltozása (ϵ), alakváltozási sebessége ($\dot{\epsilon}$) és az aktuális folyási feszültség ($\bar{\sigma}$) meghatározható volt az (1) összefüggések szerint:

$$\bar{\epsilon} = \frac{\sqrt{3}}{2} \ln \frac{h_0}{h}, \quad \bar{\sigma} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{F}{A}, \quad \dot{\bar{\epsilon}} = \frac{d\bar{\epsilon}}{dt} \quad (1)$$

* BME, Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Tanszék

ahol h_0 , h -a próbatest kezdeti és pillanatnyi magassága, F - a pillanatnyi alakító erő, A - a szerszám és a munkadarab érintkező felülete, t - az idő.



2. ábra. Zömítővizsgálat elrendezése

Az alakítási szilárdság matematikai leírása

A kísérletek során kapott mérési eredmények a változók jelentős tartományában a megszokott alakú, pl. hatványfüggvényekkel történő közelítéssel nem voltak leírhatók. Ezért az alakítási szilárdság függvényének jellemzésére állandó hőmérsékleten és állandó alakváltozási sebesség mellett a következő feltételezést tettük (3. ábra). A függvény a kezdeti folyáshatártól R_e -től indul és az f_1 egyenlet szerint növekedve az $\bar{\epsilon}_{max}$ egyenértékű alakváltozásnál a $\bar{\sigma}_{max}$ maximális folyási feszültséget éri el. Ez után a függvény az f_2 egyenlet szerint halad tovább és a $\bar{\sigma}_{st}$ függvényértékhez közeledik. Az f_1 és f_2 függvényekről feltételezzük, hogy az $\bar{\epsilon}_{max}$ pontban egyszer folytonosan differenciálhatók.

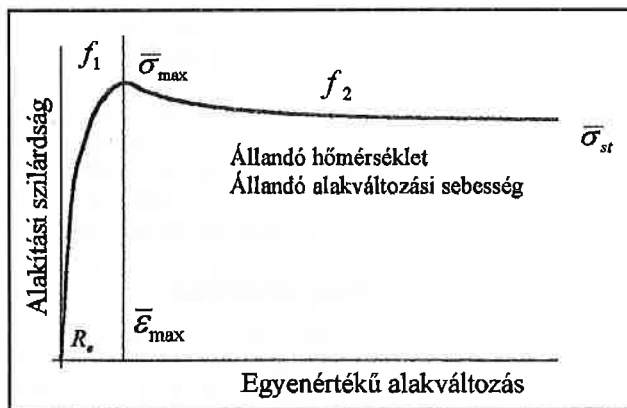
$$k_f = \begin{cases} f_1 & \text{ha } \bar{\epsilon} \leq \bar{\epsilon}_{max} \\ f_2 & \text{ha } \bar{\epsilon} > \bar{\epsilon}_{max} \end{cases} \quad (2)$$

ahol

$$f_1 = \frac{\bar{\sigma}_{max} - R_e}{\bar{\epsilon}_{max}^b \exp(b)} \bar{\epsilon}^b \exp\left(-\frac{b}{\bar{\epsilon}_{max}} \bar{\epsilon}\right) + R_e \quad (3)$$

$$f_2 = (\bar{\sigma}_{max} - \bar{\sigma}_{st}) \exp\left(-[a(\bar{\epsilon} - \bar{\epsilon}_{max})]^c\right) + \bar{\sigma}_{st}$$

Az a , b , c paraméterek a függvényillesztés során meghatározott mennyiségek.



3. ábra. Alakítási szilárdság változása

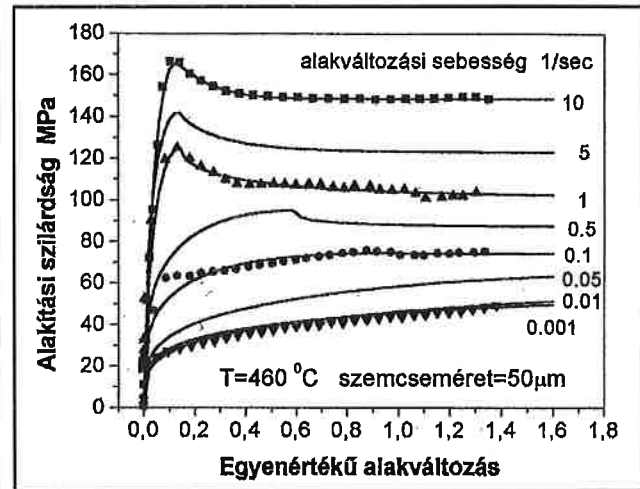
A mérési adatok feldolgozását az állandó hőmérsékletű és alakváltozási sebességű alakítási szilárdság-egyenértékű alakváltozás görbe illesztésével kezdtük (2. és 3. egyenlet). Ehhez a feladathoz az Origin 5.0 program [6] nemlineáris legkisebb négyzetes függvényillesztőjét használtuk, amely a Levenberg-Marquardt algoritmuson alapul. Az illesztés során meghatározott paraméterek az alakváltozási sebesség és a kelvin fokban kifejezett hőmérséklet függvényei:

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{max} &= \bar{\sigma}_{max}(\bar{\epsilon}, T), \quad \bar{\epsilon}_{max} = \bar{\epsilon}_{max}(\bar{\epsilon}, T), \quad b = b(\bar{\epsilon}, T) \\ \bar{\sigma}_{st} &= \bar{\sigma}_{st}(\bar{\epsilon}, T), \quad a = a(\bar{\epsilon}, T), \quad c = c(\bar{\epsilon}, T) \end{aligned} \quad (4)$$

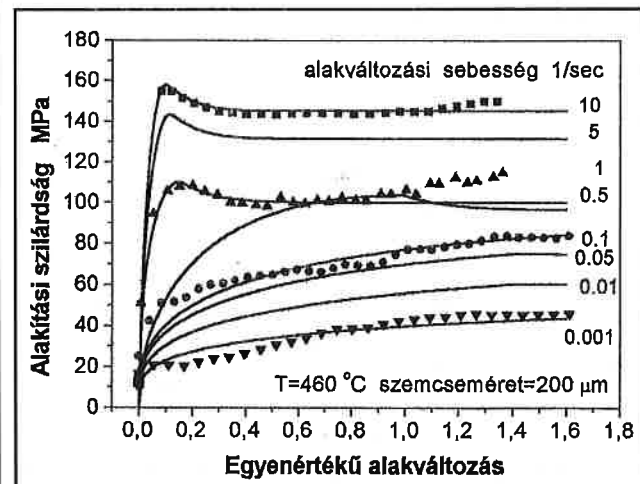
Az állandó hőmérsékleten kapott paraméterekről feltételeztük, hogy azok az alakváltozási sebesség logaritmusának lineáris függvényeként változnak az egyes illesztési pontok között.

$$\begin{aligned} P(\bar{\epsilon}) &= p_i + q_i \log \bar{\epsilon} \quad \bar{\epsilon} \in [\bar{\epsilon}_i, \bar{\epsilon}_{i+1}] \quad i = 1, 2, 3. \\ P(\bar{\epsilon}_i) &= P_i, \quad i = 1, 2, 3, 4. \end{aligned} \quad (5)$$

Az (5) egyenletben P a (4) egyenlet tetszőleges paraméterét jelöli, p_i , q_i - az egyenes szakasz együtthatói. Az alakváltozási sebesség lehetséges értéke 10^{-3} , 10^{-1} , 1 és 10 1/s. A 460°C -on végzett mérések és függvényillesztések eredményei láthatók a 4. és 5. ábrákon.



4. ábra. Az 50 µm-es szemcseméretű anyag mért és számított alakítási szilárdság értékei 460°C -on



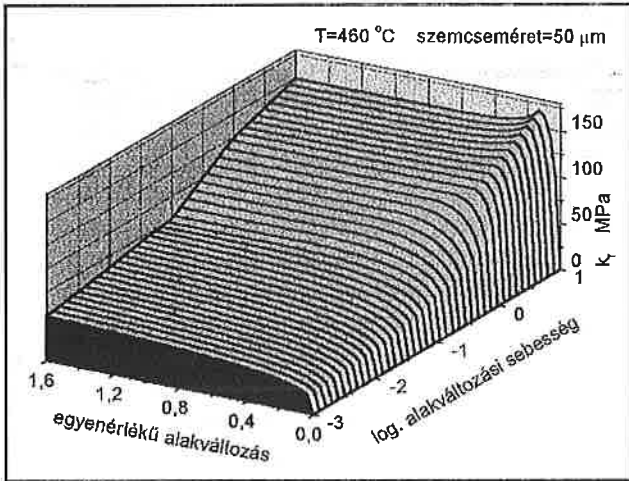
5. ábra. A 200 µm-es szemcseméretű anyag mért és számított alakítási szilárdság értékei 460°C -on

A 4. és 5. ábrákon feltüntetett kísérleti eredmények általánosítása alapján az alakítási szilárdság felületszerű ábrázolása látható a 6. és 7. ábrákon.

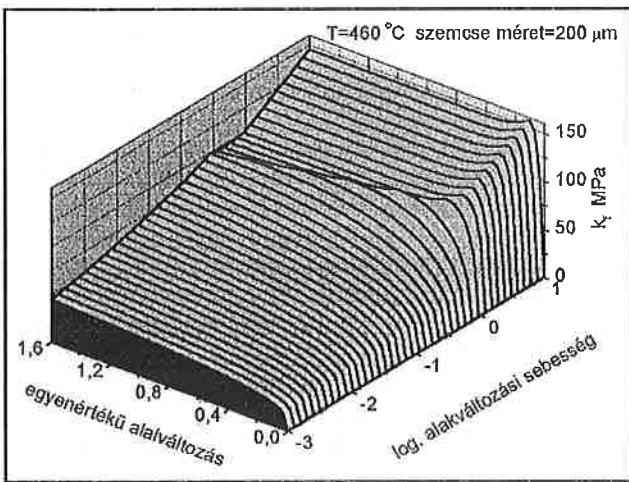
Az alakítási szilárdság görbéinek alakjából következik, hogy az adott hőmérséklettartományban a rekristallizációs folyamatok lezajlanak. Az ilyen folyamatoknál fellépő állandósult alakítási szilárdság meghatározására Jonas, Sellars és Tegart nyomán [7] az alábbi egyenletet alkalmaztuk:

$$\bar{\sigma}_{st} = \frac{1}{\alpha} \ar \operatorname{sh} \left[\left(\frac{\bar{\epsilon}}{\beta} \exp\left(\frac{Q}{RT}\right) \right)^m \right] \quad (6)$$

A (6) egyenlet α , β , m , Q paramétereit szintén az előzőekben alkalmazott nemlineáris legkisebb négyzetes függvényillesztővel határoztuk

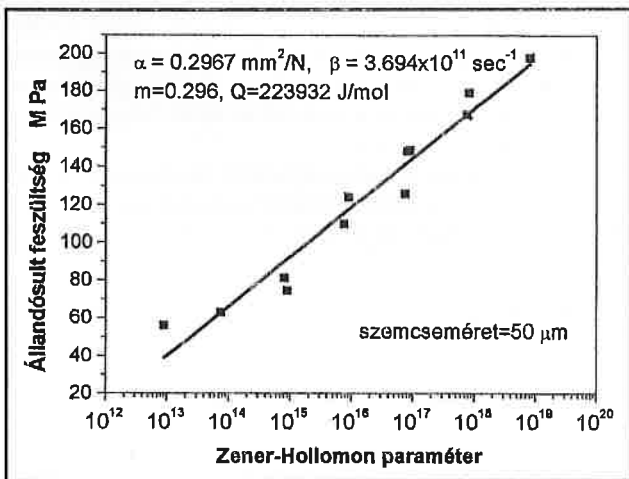


6. ábra. Az alakítási szilárdság változása az alakváltozás és az alakváltozási sebesség függvényében

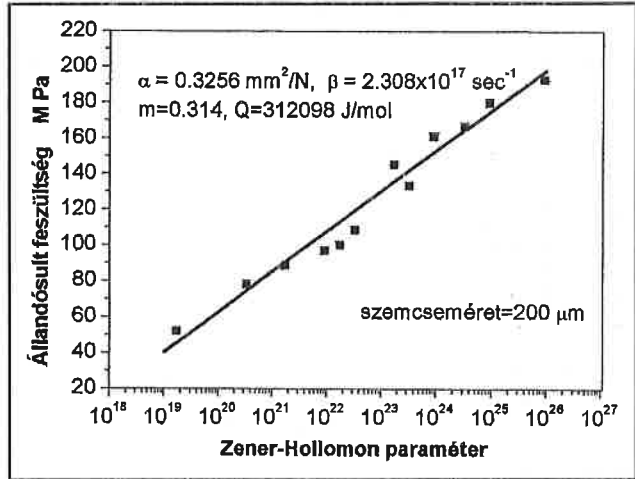


7. ábra. Az alakítási szilárdság változása az alakváltozás és az alakváltozási sebesség függvényében

meg. A (6) egyenletben szereplő $R = 8.31441 \text{ J/mol.K}$, az egyetemes gázállandó. Az egyenlet paramétereinek ismeretében a Zener-Hollomon-paraméter logaritmusának a függvényében $[Z = \dot{\epsilon} \exp(Q/(RT))]$ ábrázoltuk az állandósult feszültséget, érzékelte a közelítés pontosságát (8. és 9. ábra)



8. ábra. A 6. egyenlet paramétereinek illesztése az 50 μm-es szemcseméretű anyagnál



9. ábra. A 6. egyenlet paramétereinek illesztése az 200 μm-es szemcseméretű anyagnál

Az azonos alakváltozási sebességű de különböző hőmérsékleten kapott egyenlet paramétereit között az alábbi szakaszonként lineáris függvénykapcsolatot tételeztük fel:

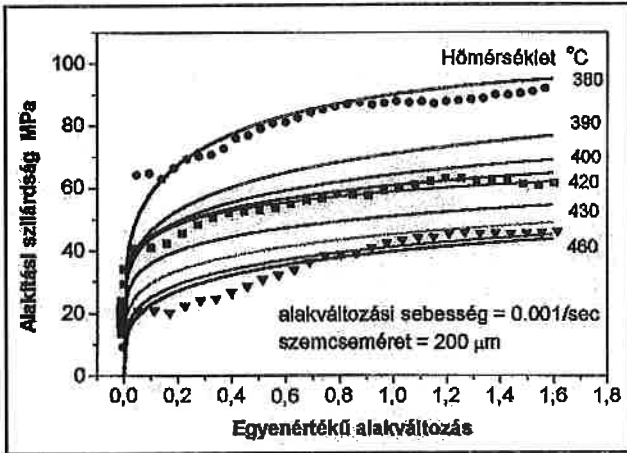
$$P(T) = l_i + s_i \left(\frac{Q}{RT} \right) \quad T \in [T_i, T_{i+1}] \quad i = 1, 2. \quad (7)$$

$$P(T_i) = P_i, \quad i = 1, 2, 3$$

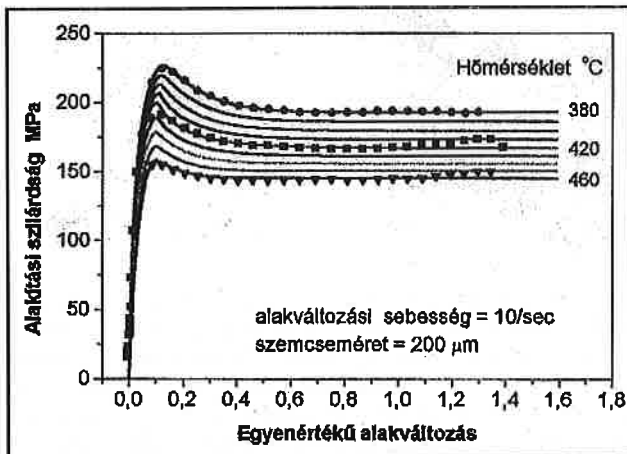
Az l_i, s_i paraméterek az egyenes szakaszok együlthatói. A függvényközelítés eredményei a 10. és 11. ábrákon látható. Alakítási technológiák tervezéséhez általános esetben szükség van olyan alakítási szilárdság függvény megadásra, amikor a folyamat során az alakváltozás mellett változik az alakváltozási sebesség és a hőmérséklet egyaránt. Ebben az esetben az alakítási szilárdság egyenletének paramétereit (2. táblázat), amelyek egy kétdimenziós tartomány $(x_1 \equiv \log(\dot{\epsilon}), x_2 \equiv Q/(RT))$ rácspontjaiban adottak, bilineárisan közelítjük [8].

2. táblázat. Az alakítási szilárdság egyenletének paramétereit

460 °C / 200 μm						
$\bar{\epsilon}^{-1} [1/s]$	$\bar{\sigma}_{max} [MPa]$	$\bar{\epsilon}_{max}$	B	a	C	$\bar{\sigma}_{st} [MPa]$
0.001	52	6.72	0.255	0	1	52
0.1	88.6342	2.95	0.3287	1	1	88.6342
1	109.99	0.1566	0.55	8.64	1.07	100
10	158	0.1	0.88	9.681	1.22	145.11
420 °C / 200 μm						
0.001	78.132	28.22	0.119	0	1	78.132
0.1	108.37	1.069	0.187	1	1	108.37
1	149.68	0.243	0.447	13.059	1.627	133.25
10	200.29	0.1066	0.64	8.9335	0.79	166.57
380 °C / 200 μm						
0.001	97.185	2.62	0.22	0	1	97.185
0.1	146.21	1	0.188	1	1	161.05
1	188.93	0.197	0.585	14.582	1.918	179.83
10	227.016	0.1304	0.577	6.285	1.186	192.69



10. ábra. A 200 µm-es szemcseméretű anyag mért és számított alakítási szilárdság értékei 0.001/s alakváltozási sebességnél



11. ábra. A 200 µm-es szemcseméretű anyag mért és számított alakítási szilárdság értékei 10/s alakváltozási sebességnél

Következtetések

Hipereutektikus Al-Si-Ni ötvözet alakítási szilárdságának mérési adatai alapján matematikai modellt állítottunk össze az aktuális folyási feszültség meghatározására. Az állandó hőmérsékleten és alakváltozási sebességen végzett vizsgálatok kiértékelésére olyan függvény-paramétereket vezetünk be, amelyek egy része közvetlen fizikai tartalommal rendelkezik, a többiek a választott függvények menetét befolyásoló paraméterek. Az állandó hőmérsékleten egyváltozós, az alakváltozási sebesség logaritmusától függő elsőrendű spline közelítést alkalmaztunk. Állandó alakváltozási sebességnél szintén lineáris közelítést használtunk, ebben az esetben a független változó a mennyiség volt. Általános esetben a paramétereket bilineárisan közelítettük a fentiekben említett független változók tartományában.

A mérési eredményekkel való összehasonlítás a matematikai modell megbízhatóságáról tanúskodik.

Irodalom

1. *Stefániay, V., Török, É.*: Res.& Dev. Report, Aluterv-FKI, Hungalu Eng.-Dev. Centre, Budapest, 1993.
2. *Griger, Á.; Ipacs, L., Stefániay, V. and Turmezey, T.*: LIMAT-93, Int. Symp. on Light Mat. for Transportation Systems, June 20-23, 1993, Pohang, Korea, Proc. of LIMAT-93, Ed.: Nack J. Kim, p. 681.
3. *Griger, Á.; Stefániay, V.*: J. Mat. Sci. 31 (1996) p.6645.
4. *Krallics Gy., Zlaja Gy., Malgyn D.*: FE Simulation of connecting rods manufacturing, Proceeding of the IASTED International Conference on Modelling and Simulation, May 13-16, 1998. Pittsburgh, p.288.
5. MicroAlu-Formability Modelling of Aluminium Base PM Alloys. First Year Progress Report
6. Microcal Origin. Version 5.0 Microcal Software Inc.
7. *Jonas, J.J., Sellars, C. M., and McG Tegart, W.J.*, : Strength and Structure Under Hot Working Conditions, Metall Review, 14, p.1. 1969.
8. *Press W.H, Flannery B.P., Teukolsky S.A., Vetterling W.T.*: Numerical Recipes, Cambridge University Press, 1988.

Alakemlékező ötvözetek viselkedésének vizsgálata

Pethő Árpád*

Bevezetés

Az alakemlékező ötvözetek vizsgálata manapság az igen intenzíven kutatott területek közé tartozik. Ennek oka a megszokottól erősen eltérő anyagi viselkedésükből ered, ami a kristályszerkezetben végbemenő változásokra vezethető vissza. A jelenségek leírásánál ezért a mikrostruktúrából adódó változók (fázis mennyiségek) használata is szükséges. A probléma megoldását tovább bonyolítja a folyamatok mechanikai és termikus terheléstől való erős függése. A bemutatásra kerülő modell az alakemlékező jelenségek és a képlékeny folyamatok makroszkopikus hasonlóságát használja ki.

A jelenségek három csoportba sorolhatók [2][5].

Egyirányú jelenség

A testet alapállapotban egy anyagjellemző hőmérséklet (ϑ_{A1}) alatt terhelés éri, amely nagyobb a rugalmas terhelés határánál. Ennek

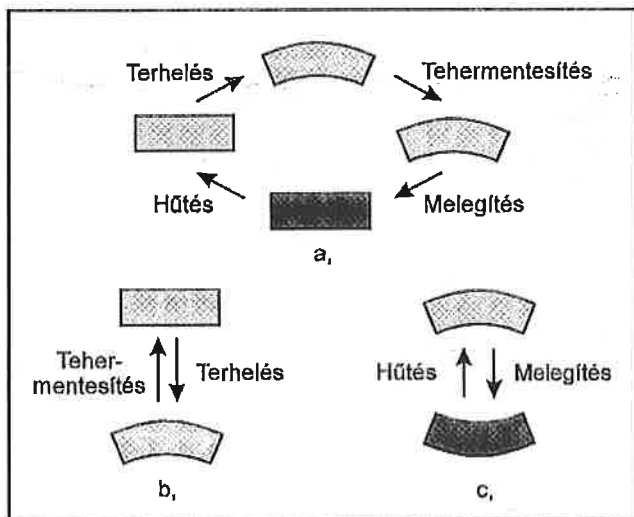
hatására a test deformációt szenved el, ami tehermentesítéskor, többek között (a kezdő hőmérséklettől függően) megmarad. Ekkor felmelegítve a darabot a már említett (ϑ_{A1}) fölé, az visszanyeri eredeti formáját, amit a kezdeti hőmérsékletre való visszahűtéskor is megtart. Így visszakerülünk az eredeti állapotba, mind feszültség, mind hőmérséklet szempontjából, és ezzel visszakaptuk az eredeti formát is. Próbatestünk emlékezett az alakjára! (1. (a) ábra)

Egyszerű szavakkal: a mechanikai terhelés okozta maradó alakváltozást hőmérséklet növelésével eltüntetjük. A jelenség azért egyirányú, mert csak a kezdő formát tudjuk tökéletesen visszakapni, a másik alak a terhelés mértékétől függ.

Pszudoelaszticitás

Ha a terhelést az előbb említett (ϑ_{A1}) fölért végezzük, akkor a test ismét deformációt szenved el, ám tehermentesítéskor ez teljes mértékben eltűnik (1. (b) ábra). A jelenség valójában nem rugalmas alakváltozás, hanem kristályszerkezetben történő változás (pszudoelasztikus). Ám kívülről nézve rugalmas viselkedésnek tűnik, csak a megszokottól sokkal nagyobb alakváltozással, ezért nevezik szuperelasztikus viselkedésnek is.

* Ph.D. hallgató, Budapesti Műszaki Egyetem, Műszaki Mechanikai Tanszék H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5. Tel.: (1) 463-1332 e-mail: petho@galliei.mm.bme.hu



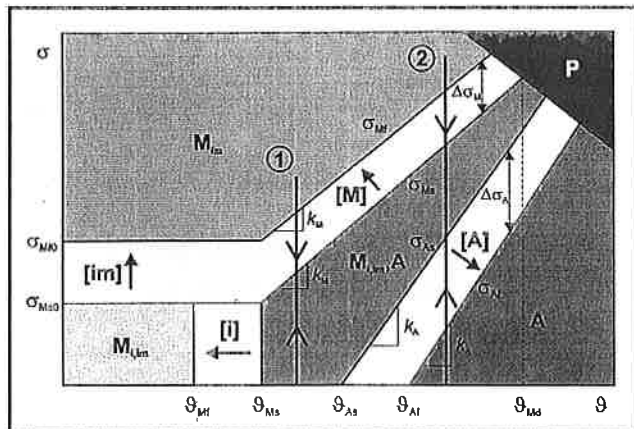
1. ábra. Alakemlékező jelenségek: egyirányú jelenség (a), pszeudoelaszticitás (b), kétirányú jelenség (c)

Kétirányú jelenség

Ezen jelenség eltér az előző kettőtől abban, hogy előállításához a próbatestet előzetes kezelésnek kell alávetni, mondhatjuk azt, hogy „be kell tanítani”. Ezután már két különböző stabil forma létrehozása lehetséges a testen, külső erő behatása nélkül, csupán a hőmérsékletének változtatásával. Ha a test hőmérséklete egy másik anyagjellemző hőmérséklet (ϑ_{M1}) alatt van, akkor az egyik alakot, míg ha a magasabb ϑ_{A1} felett van, akkor a másik alakot ölti magára (1. (c) ábra). Kétirányú a jelenség, mivel mind a két forma stabil, egyértelműen előállítható a hőmérséklet megfelelő beállításával.

Kristályszerkezeti változás

A jelenségek mögött a martenzites átalakulás áll. Ez egy nemegyensúlyi fázisváltozás, amelyet eleinte a vasötvözeteknél kutattak, de manapság igen sok más ötvözetnél is fontos szerepet játszik. Legfőbb tulajdonsága, hogy diffúziómentes, reverzibilis, kezdő és végső fázisai közt egyértelmű kristálytani megfeleltetés van és az átalakulás tulajdonságai erősen ötvözőanyag függöek [1][4][6]. Fontos megjegyezni, hogy a martenzit kristályok ikerződésre hajlamosak. Tehermentes állapotban 12 féle ikerpár létrejötte lehetséges közel azonos mennyiségben.



2. ábra. Fázisok helyzete a feszültség - hőmérséklet ($\sigma - \vartheta$) síkon
 A: ausztenit, M_1 : ikeresedett martenzit, M_{im} : ikermentes martenzit,
 P: képlékeny zóna;
 [A]: ausztenit, [M]: ausztenitből ikermentes martenzitté,
 [i]: ausztenitből ikeresedett martenzitté történő átalakulás,
 [im]: martenzit ikermentesedés

Terhelés alatt viszont ez az arány megváltozik. A terhelés irányába esők kialakulása előnyösebb lesz, így azokból nagyobb arányban lesznek jelen az anyagban. Egyes ikerk viszont, amelyek a terheléshez képest kedvezőtlen irányítottaságúak, kisebb százalékban maradnak, vagy teljesen eltűnnek. A folyamatot ezért *ikermentesedés*nek nevezik.

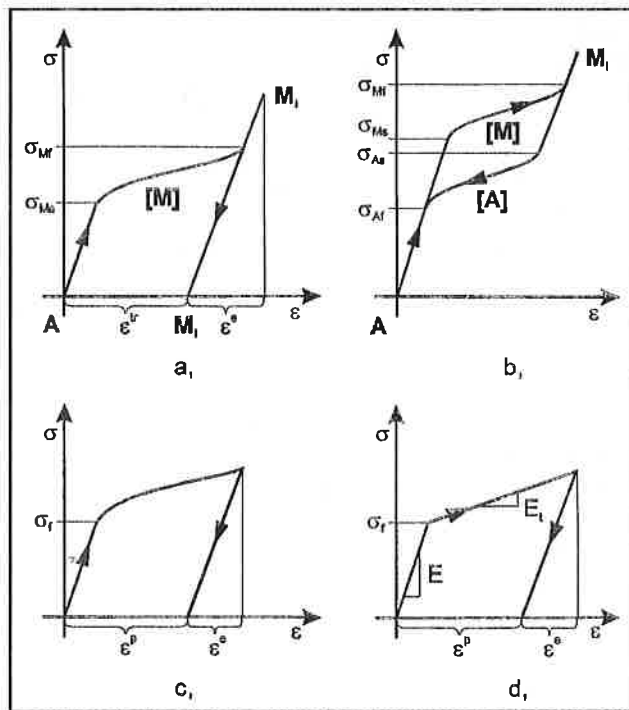
A fázisátalakulás és az ikermentesedés folyamatára mind a feszültségi, mind pedig a termikus állapotnak igen erős hatása van. Ezt szemlélteti a 2. ábra [7].

Rugalmas-képlékeny anyagmodell analógia

A jelenségek modellezésére többféle módszer alakult már ki, mint például a mikromechanikai modellek (E.Patoor), a statisztikus mechanikai és kinetikai módszerek (M.Achenbach, I.Müller) és a kontinuum mechanikára építő, belső változós modellek (F.Falk, M.Frémond, P.Coli, M.Niezgódka, K.-H.Hoffmann, K.Tanaka, L.C.Brinson) (Az irodalom pontos megnevezései a [11]-ben találhatóak.). Ezen utóbbiba sorolhatóak a képlékenységi módszerek is [3][8][9][10], ami a továbbiakban bemutatásra kerül.

Alapok

A modellezés alapjainak az alakemlékező ötvözetek viselkedésének és a képlékeny folyamatok makroszkopikus hasonlóságából ered. Megvizsgálva az egyirányú jelenség terhelés-tehermentesítés folyamatát (2. ábra 1. vonal) a feszültség-alakváltozás síkon (3. ábra (a)), hasonlóság fedezhető fel egy képlékeny folyamat lefutásával kapcsolatban (3. ábra (c)).



3. ábra. Egyirányú (a) és pszeudoelasztikus jelenség (b) a képlékeny folyamattal (c) és modelljével (d) összehasonlítva a feszültség-alakváltozás síkon

A szembevetendő különbség az, hogy az alakemlékezőknél a nemrugalmas szakasznak nem csak kezdete, de vége is van, ami után az anyag ismét rugalmasan viselkedik. A pszeudoelasztikus viselkedésnél (2. ábra 1. vonal, 3. ábra (b)), pedig a tehermentesítés folyamán is található egy a terheléskor fellépővel hasonló nemlineáris szakasz. Ezen eltérések a folyásfelületek analógiájaként felírt fázisváltási felületek meghatározásánál vannak figyelembe véve.

Konstitutív egyenlet, merevségi tenzorok

A konstitutív egyenlet a folyási elmélet alapján a következő formájú, figyelembe véve a feszültség növekményének az alakváltozás és a hőmérséklet növekményétől való függését:

$$d\sigma = D^{e-tr-p} : d\epsilon + D^p d\vartheta \tag{1}$$

ahol a D^{e-tr-p} negyedrendű, D^p másodrendű tenzor. Ebben az alakváltozás megváltozása additív felbontásban tartalmazza a rugalmas, a fázis-transzformációból származó és a képlékeny részeket:

$$d\epsilon = d\epsilon^e + d\epsilon^r + d\epsilon^p \tag{2}$$

A fázisátalakulásra kettő (oda-vissza alakulás) a képlékenységre egy feltétel írható fel a lineárisan keményedő Mises-féle folyási feltétel szerint:

$$F_M = \sigma_e - \sigma_{yM} = \sigma_e - (\sigma_{Ms} + H_M \bar{\epsilon}^r) - He[\sigma_e - \sigma_{Mf}] \sigma_{Mf} \leq 0 \tag{3}$$

$$F_A = \sigma_e - \sigma_{yA} = \sigma_e - (\sigma_{As} - H_A (\bar{\epsilon}_i^r - \bar{\epsilon}^r)) + He[\sigma_{Af} - \sigma_e] \sigma_{Af} \geq 0 \tag{4}$$

$$F_p = \sigma_e - \sigma_{yp} = \sigma_e - (\sigma_r + H \bar{\epsilon}^p) \leq 0 \tag{5}$$

ahol σ_e az egyenértékű feszültség, ami a feszültség tenzor deviátoros részével (s) van kifejezve:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{3}{2} s : s} \tag{6}$$

σ_{yM} és σ_{yA} a martenzites és az ausztenites fázisváltási határok, σ_{yp} a folyáshatár, H_M, H_A, H a megfelelő folyamatokhoz tartozó keményedési modulusok, $\bar{\epsilon}_i^r$ pedig a transzformációból eredő teljes alakváltozás. (Megjegyzendő, hogy az alakváltozások felülvonása, a többtengelyű esetből meghatározott egyenértékű értéket jelenti. A 2. és 3. ábrákon az egyszerűbb megértés miatt sem ezek, sem a feszültségek egyenértékű volta nincs feltüntetve.) A kifejezésekben szereplő $He[x]$ függvény a Heaviside-függvény, mely x kisebb 0 esetén 0, egyébként 1 értéket vesz fel.

A fázisváltásnál szereplő, csak a hőmérséklettől függő feszültségkomponensek a 2. ábráról olvashatók le:

$$\sigma_{Ms} = \sigma_{Ms0} + He[\vartheta - \vartheta_{Ms}] k_M (\vartheta - \vartheta_{Ms}) \tag{7}$$

$$\sigma_{Mf} = \sigma_{Mf0} + He[\vartheta - \vartheta_{Mf}] k_M (\vartheta - \vartheta_{Mf}) \tag{8}$$

$$\sigma_{As} = He[\vartheta - \vartheta_{As}] k_A (\vartheta - \vartheta_{As}) \tag{9}$$

$$\sigma_{Af} = He[\vartheta - \vartheta_{Af}] k_A (\vartheta - \vartheta_{Af}) \tag{10}$$

A (10) egyenletbeli Heaviside-függvény változójaként a parciális egyirányú jelenség megfelelő leírása miatt került ϑ_{As} a ϑ_{Af} helyett. (Parciális egyirányú a jelenség, ha a terhelési folyamat ϑ_{As} és ϑ_{Af} közti hőmérsékleten zajlik.)

A feltételek teljesülésekor (egyenlő 0), feltéve, hogy a három feltételtől egyszerre csak egy teljesül, kaphatók az (1)-hez szükséges tenzorok:

$$D_M^{e-tr} = D^e - \frac{9G^2 s \otimes s}{\sigma_{yM}^2 (H_M + 3G)}, \quad D_M^p = \frac{-3G k_M}{\sigma_{yM} (H_M + 3G)} s \tag{11}$$

$$D_A^{e-tr} = D^e - \frac{9G^2 s \otimes s}{\sigma_{yA}^2 (H_A + 3G)}, \quad D_A^p = \frac{-3G k_A}{\sigma_{yA} (H_A + 3G)} s \tag{12}$$

$$D^{e-p} = D^e - \frac{9G^2 s \otimes s}{\sigma_{yp}^2 (H + 3G)}, \quad D^p = \frac{-3G \frac{\partial \sigma_f}{\partial \vartheta}}{\sigma_{yp} (H + 3G)} s \tag{13}$$

ahol D^e a rugalmas viselkedést leíró negyedrendű tenzor

$$D^e = 2G I + \lambda \delta \otimes \delta \tag{14}$$

amiben G és λ a Lamé-állandók, I a negyedrendű, δ a másodrendű egytengelyes tenzor.

A rugalmas viselkedést leíró mennyiségek (G, λ) a szerkezet tetszőleges állapotában megadhatók a fázisokra ismert mennyiségek súlyozott összegeként, például:

$$G = \xi GM + (1-\xi) GA, \tag{15}$$

ahol ξ a martenzit fázis mennyisége. $\xi = 1$, ha teljesen martenzites a szerkezet, $\xi = 0$ ha teljesen ausztenites. Értéke a folyási törvény alapján a konzisztencia feltételből határozható meg. A két fázisra érvényes keményedési modulus (H_M, H_A) is valójában a fázismennyiség függvénye, így ezek segítségével elő lehet írni nemlineáris keményedést is.

A bemutatott módszer beépíthető egy végelelemes algoritmusba, amivel már tényleges számítások végezhetőek el.

Összefoglalás

Az alakemlékező ötvözetek érdekes tulajdonságai és azoknak egy modellezési lehetősége került bemutatásra. A modell a már kidolgozott képlékenységi elmélet alapján lett felállítva, felhasználva az alakemlékező ötvözetek tapasztalati eredményeit, mely így alkalmas mindhárom jelenség leírására. Továbblepést a modell végelelemes algoritmizálása és azon példák lefutattása jelenti.

Irodalom

[1] Reed-Hill, R. E.: "Physical Metallurgy Principles", D.Van Nostrand Company, New York, Cincinnati, 1973.
 [2] Perkins, J.: "Shape memory effects in alloys", Plenum Press, New York, 1975.
 [3] Bertram, A.: "Thermo-mechanical constitutive equations for the description of shape memory alloys", *Nuclear Engineering and Design* 74, 1982, p. 173-182.
 [4] Schumann, H.: "Kristálygeometria és a fémek transzformációi", Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.
 [5] Hornbogen, E.: "Alloys with Shape Memory - New Materials for the Technology of the Future?", *Metall.* 41, Vol.5, 1987, p. 488-493.
 [6] Prohászka J. - Kristyákné Maróti G.: "Alakemlékező ötvözetek", *Kohászat*, 121. évfolyam, 7. szám, 1988, p. 290-301.
 [7] Brinson, L. C. - Huang, M. S.: "Simplifications and comparisons of shape memory alloy constitutive models", *Journal of Intelligent Material Systems & Structures*, 7, 1996, p. 108-114.
 [8] Lubliner, J. - Auricchio, F.: "Generalized plasticity and shape memory alloys", *Int. J. Solids Structures*, Vol. 33. No. 7, 1996, p. 991-1003.
 [9] Auricchio, F. - Taylor, R. L. - Lubliner, J.: "Shape memory alloys: macro-modelling and numerical simulations of the superelastic behavior", *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 146, 1997, p. 281-312.
 [10] Trochu, F. - Yuan-Yao Qian: "Nonlinear finite element simulation of superelastic shape memory alloy parts", *Computers & Structures*, Vol. 62. No. 5, 1997, p. 799-810.
 [11] Birman, V.: "Review of mechanics of shape memory alloy structures", *Appl. Mech. Rev.*

A TESTOR BT.
 és lapunk szerkesztőbizottsága
 elérhető az elektronikus postán:
E-mail: info@testor.hu

Cég- és lapinformációk,
 az Anyagvizsgálók Lapja eddig
 megjelent számainak tartalom-
 jegyzéke olvasható az Interneten:
www.testor.hu

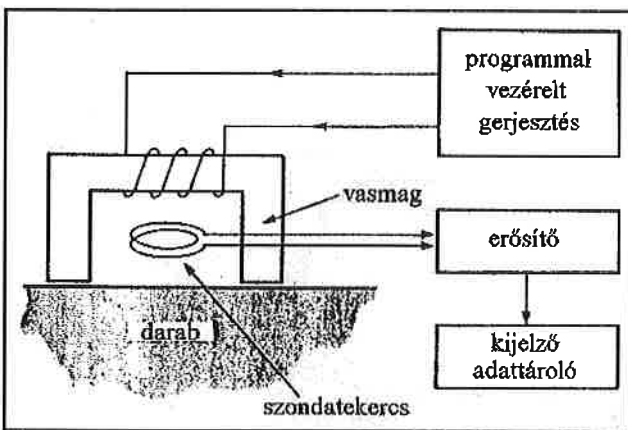
Belső feszültség vizsgálata vasúti sínben

Puskás Péter¹ – Dr. Gácsi Zoltán² – Hullán Szabolcs¹ – Posgay György³

A mai anyagvizsgálati követelmények egyre inkább az olyan módszereket helyezik előtérbe, amelyeknél nincs szükség a késztermék roncsolására. Az ilyen módszerek iránti igény érhető: a darab szétvágása nélkül végzett eljárás gyors és gazdaságos, valamint a vizsgálat elvégzésével a hibátlan termék értékesíthető.

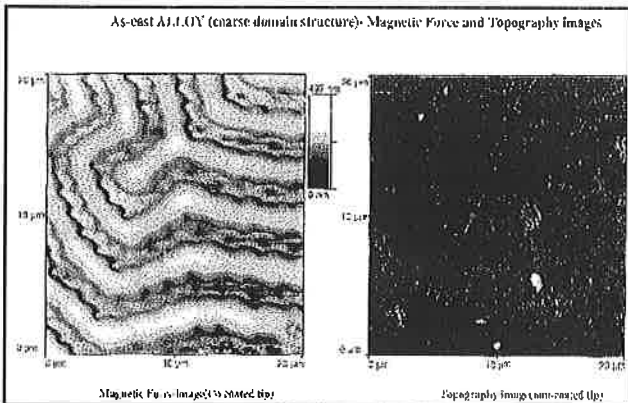
Barkhausen-zaj

A roncsolásmentes vizsgálatok sorában a mágneses Barkhausen-zajjal (MBN) történő anyagvizsgálat mára meglehetősen kedvelt eljárásá nőtte ki magát. Az 1. ábrán az MBN mérésére szolgáló műszer vázlat látható.



1. ábra. Barkhausen-zajjal történő mérés sematikus összehasonlítási rajza [1]

A Barkhausen-zaj a mágneses hiszterézis görbe felvételénél keletkezik azáltal, hogy a mágneses tér változása során a kérdéses anyagokban az átmágneseződés (2. ábra) ténylegesen nem folyamatos, hanem sok apró diszkrét ugrással megy végbe [2, 3]. Ezek az ugrásszerű domén átfordulások egy felszerelt külső mérőtekerccsben elektromos feszültségváltozásokat indukálnak. Ezeket – az időben és amplitúdóban változó – elektromos jeleket nevezzük Barkhausen-zajnak [4].



2. ábra. Durva doménszerkezetű ötvözet (As-nel ötvözött, pontos összetétele nem ismert) mágnesességi (balra) és topográfiai képe (jobbra) [5]

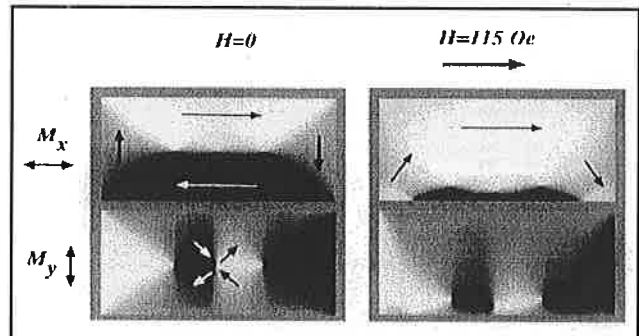
1 MÁV KfV Kft.
2 ME Fémtani Tanszék
3 Metalektró Kft.

A Barkhausen-zaj keletkezésének alapvetően két oka lehet:

- az anyag szerkezetének az ideáltól való eltérése,
- a mechanikai feszültség [4].

Az első esetben szemcsehatárok, zárványok kötik meg a doménfalat, amely a növekvő térerősség hatására ezekről mintegy lepattan.

A második esetben a mechanikai feszültség hatására megváltozik a doménszerkezet (3. ábra) [4].



3. ábra. NiFe film doménszerkezetének alakulása változó térerősségben, X és Y irányban bemutatva [5]

Belső feszültség és típusai

A belső feszültség akkor is jelen van, ha külső erők nem hatnak az adott testre. Ilyen, állandóan észlelhető feszültséget okozhat nem csak az igénybevétel (sűrűdés, hőhatás stb.), hanem például a gyártási folyamat szinte minden művelete is (öntés, hidegalakítás stb.). Ennek oka pedig a keresztmetszetben végbemenő egyenlőtlen térfogati változás. A belső feszültséget, Davydenkov akadémikus nyomán, három csoportra oszthatjuk fel. Ez a felosztás azon geometriai szempontokon alapszik, hogy a belső feszültségek milyen térfogatban egyenlítődnék ki.

– Az elsőrendű belső feszültségek a fémetest egy makroszkópos, sokkristályt tartalmazó, 0,1 mm³-nél nagyobb térfogatában uralkodó feszültségállapot.

– A másodrendű belső feszültség a fémetest 10⁻¹–10⁻⁶ mm³ térfogathoz tartozik.

– A harmadrendű belső feszültség térfogattartománya pedig 10⁻⁸–10⁻¹⁴ mm³, amely megfelel a kristályhibák méreteinek [6, 7].

A belső feszültség vizsgálati módszerei

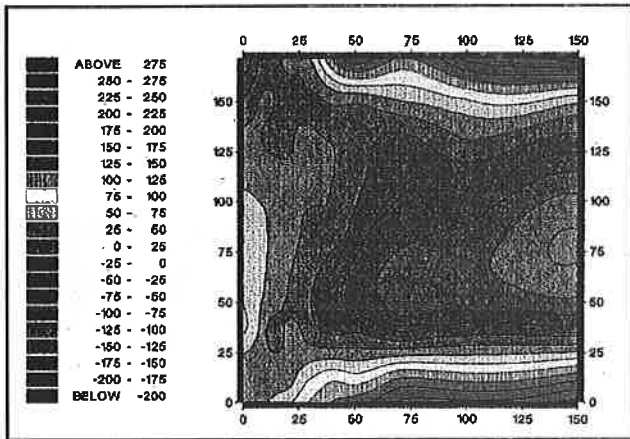
1. táblázat. A belső feszültség mérési eljárásai [7]

Eljárás	Meghatározás alapja	Feszültség típusa
Mechanikai	Makroszkópos felületi deformáció	Elsőrendű
Röntgendiffrakció	Homogén rácstorzulás	Elsőrendű Másodrendű
Neutrodiffrakció	Homogén rácstorzulás	Elsőrendű Másodrendű
Ultrahang	Nyírási hullám különböző haladási ideje	Elsőrendű Másodrendű Harmadrendű
MBN	Zajamplitúdó	Elsőrendű Másodrendű Harmadrendű

Mechanikai úton a belső feszültség vizsgálható nyúlásmérőbéllyeg vagy lakk segítségével. Mindkét eljárásról elmondható, hogy deformációt mérünk valójában, tehát elsődrendű belső feszültség vizsgálatáról van szó. A lakk a nyúlásmérőbéllyeghez hasonlóan működik: a munkadarab deformációjának megfelelően fokozatosan berepedezik. Ez a mérés technika lassúnak tekinthető.

Ha a kristályos anyagban feszültségek vannak, a kristályok térelemei eltorzulnak, mégpedig úgy, hogy a húzófeszültség irányába megnyúlnak, az arra merőleges irányban pedig megrövidülnek. A feszültségek a fémtest adott részén átlagos rácsparaméter-változást okoznak, ami a röntgendiffrakciós módszerrel a Bragg-egyenlet alapján mérhető [7].

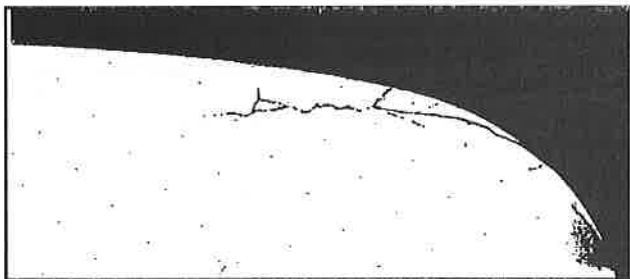
Egyes szerzők szerint neutrondiffrakciós (4. ábra) technikával még nagyobb behatolási mélységet lehet elérni, mint a röntgendiffrakcióval [8].



4. ábra. Hosszirányú belső feszültség vonalak (0-250 MPa), nem használt sín felső részén, kb. 10 mm vastagú keresztmetszetben mérve [9]

Repedések vasúti síneken

A feszültségek hatására – ha azok az anyag kritikus értékét elérik – repedések vagy súlyosabb esetben törések alakulhatnak ki. A repedések kialakulásával a feszültségek leépülnek az anyagban. (5. ábra). A repedések kialakulásai arra utalnak, hogy ott az anyagban korábban nagy feszültség volt. A legnagyobb feszültség a sínek esetében a fejben ébred. Itt a húzó irányú feszültség a 200 MPa-t is eléri. A repedések kialakulását elősegítik a különböző anyaghibák, zárványok jelenléte is. Az 5. ábrán a sín fejében kialakuló ún. head-checking repedést mutatjuk be.

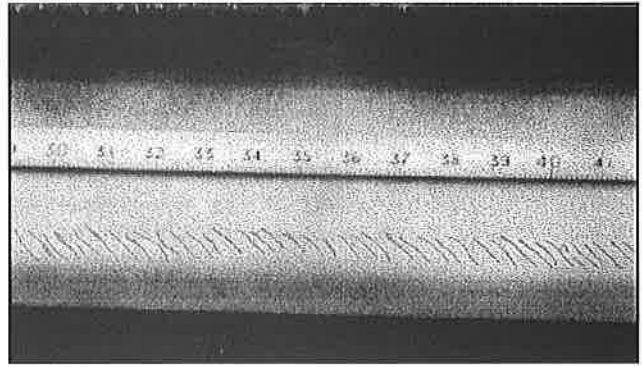


5. ábra. Head-checking repedés 4x-es nagyításban [10]

A belső feszültség vizsgálata sínekben

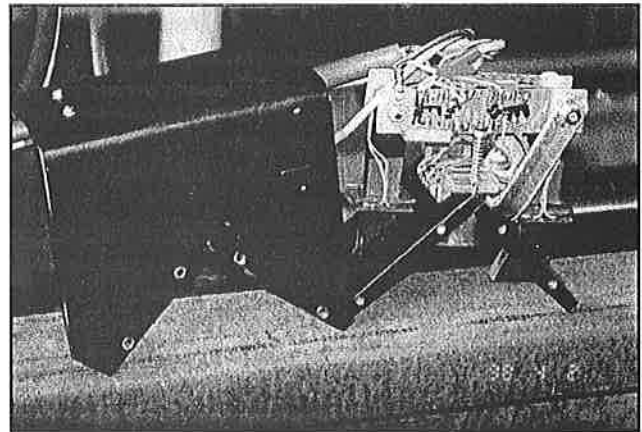
A vizsgálatok elvégzéséhez mérőfejet készítettünk az UIC 60 típusú sínhez. Az volt a célunk, hogy a MÁV Hatvan-Tura közötti nagy terhelésű pályának bal ívben fekvő, olyan vágányát vizsgáljuk, ahol UIC 60 típusú sínen head-checking repedések figyelhetők meg (6. ábra).

A kifejlesztett mérőfej hossz- és keresztirányú gerjesztés megvalósítására is alkalmas (7. ábra). A két gerjesztést természetesen nem



6. ábra. Penetrálással előhívott head-checking repedések UIC 60-as, 370HB keménységű sínen

egyszerre adja ki a műszer, hiszen akkor a mérések zavarnák egymást és hibás eredményeket adnának. Átmágnesezéskor a térváltozás frekvenciája 10 mHz és 100 Hz közötti értéket mutat. Az MBN vizsgálati térfogatát a mérőtekerces mérete és az elektromágneses tér behatolási mélysége határozza meg [3]. A behatolás mélységét egyes kutatók 5 mm-re becslik, de a legtöbb publikáció csak 1 mm-t ad meg. A gerjesztés függvényében lehet változtatni a mérőfej sebességét, mégpedig a következőképpen: 10 Hz-es gerjesztésnél a fej álló pozícióban van, 100 Hz-esnél pedig 0.1 m/s-os sebességgel mozgatva lehet használni. Ennél nagyobb, 1-5 m/s-os sebességhez már néhány kHz-es gerjesztésre lenne szükség.



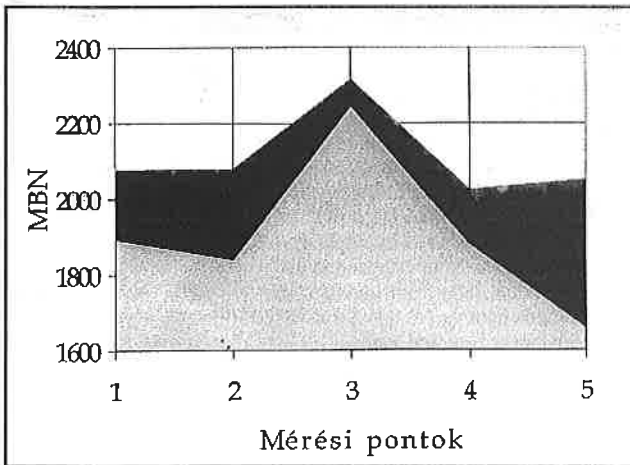
7. ábra. A képen jobbra látható a mérőfej, s balra a burkolata

Vizsgálataink során egy 10 mm átmérőjű mérőszondát alkalmaztunk. A mérés legfontosabb adatai a következők voltak: a gerjesztés feszültsége 120 mV (amelyet fokozatosan 5 mV-os lépésekben értünk el), az alkalmazott frekvencia pedig: 10 Hz. Mint azt már korábban leírtuk a kereszt- és a hosszirányú gerjesztés egyszerre történő bekapcsolása zavarná a mérések pontosságát, ezért 20 ms-os szünetet kellett a két gerjesztés közé beiktatni.

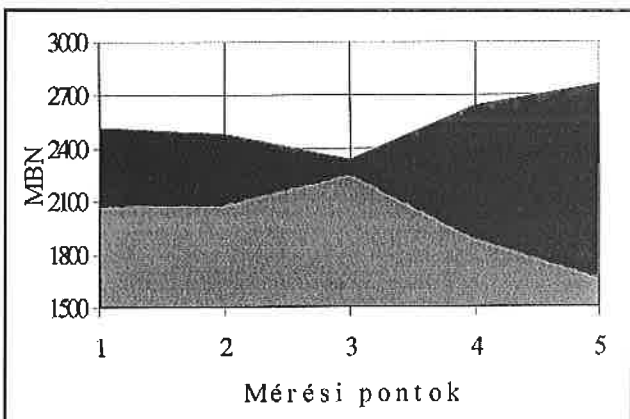
A hordozható berendezést összeállítva és hitelesítve méréseket végeztünk 370 HB keménységű sínen, elsősorban a vezetőélen, ott ahol a repedések kialakultak. Az eredményeket a műszer számítógépes egysége tárolta, lehetővé téve a későbbi kiértékelést. A 8. ábrán bemutatott méréseket hegesztési varrat környezetében végeztük, közvetlenül a varrat felet (3-as jelű pont), valamint annak 1.4 m-es környezetében, mindkét irányban (az 1 és 5 jelű pontok a hegesztési varrattól 1.4 m-re találhatók).

A diagramból leolvasható, hogy hosszirányban nagyobb az MBN értéke és a hegesztési varrat környékén jelentősen megnő. A 9. ábrán a 370 HB keménységű sín hosszirányú MBN értékeit mutatjuk be. Az utóbbi adatokat a sínfej két különböző oldalán (élén) mértük. A sínfej használat közben igénybe vett (ún. „futott”) oldalán mért adatokat

szürke tónussal jelöltük, míg a nem használt („nem futott”) oldalát sötét tónus mutatja az ábrán.



8. ábra. 370 HB keménységű sín hossz- (sötét) és keresztirányú (szürke) MBN értékei



9. ábra. 370 HB keménységű sín hosszirányú MBN értékei (futott oldal: szürke, nem futott oldal: sötét)

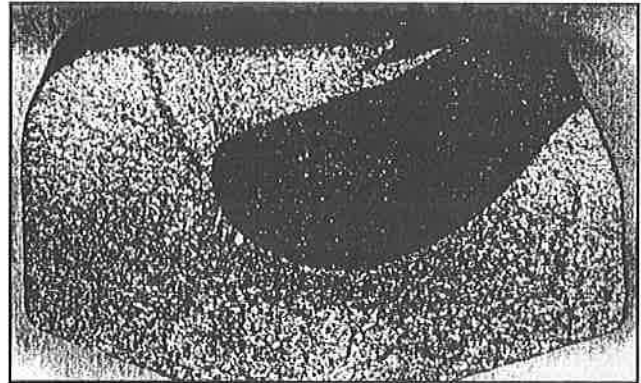
A sín hosszirányú MBN eredményeit összehasonlítva látható, hogy a futott élen kisebbek az értékek, pedig itt mindennapos mechanikai igénybevétel van. A magyarázatot a kialakult repedések adják. Az anyag egyes pontjaiban a kritikus feszültségértéket elérve repedések alakultak ki, ami viszont azt jelenti, hogy ezekben a pontokban a rugalmas mechanikai feszültségek leépültek.

Összegzés

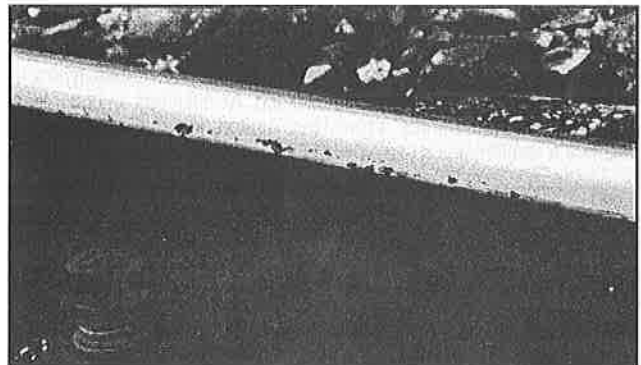
A Barkhausen-féle mágneses zaj mérésére kifejlesztett műszer jól alkalmazható belső feszültség vizsgálatának helyszíni elvégzésére. Az eljárás előnye, hogy gyors és viszonylag olcsó. A méréseket megismételve a mechanikai feszültségállapotban végbemenő változások folyamatosan nyomon követhetők, s így az adott szerkezeti elem "története" az igénybevétel függvényében tanulmányozható.

A head-checking repedések megjelenése a magyar és a külföldi vasutak számára egyaránt új problémát jelent. A kopásnak jobban ellenálló, nagyobb szilárdságú ($R_m \geq 900 \text{ N/mm}^2$) sínek megjelenése és a megnövekedett forgalom (évi 20–30 millió tonnát meghaladó) okozta igénybevételek eredményezik ezeket a repedéseket. Egyre elterjedtebb a keményített fejű (HB 320) sínek használata is, amelyeknél szintén előfordul, a forgalom függvényében, a head-checking repedés. A repedések önmagukban nem jelentenek különösen nagy veszélyt, viszont más hibákkal együttesen jelentkezve, már komoly problémát okozhatnak a vasúti forgalom további üzemeltetésére. Ilyen problémákat mutatnak a 10. és 11. ábrák. A kialakuló hibák megjelenése összefügg az anyag minőségével, összetételével és a gyártási körülményekkel is.

Az MBN-alapú műszerek alkalmazásával ezek a jelenségek tanulmányozhatók. Kialakulásuk az időszakos mérések segítségével nyomon követhető. Így értelmezhetővé válik a repedések paraméterei és a forgalom okozta terhelés (a forgalom sebessége, tengelynyomás stb.) összefüggése, ami a pályák karbantartásának prognosztizálhatóságát teszi lehetővé.



10. ábra. Head-checking repedések, keresztirányú anyaghiánnyal párosulva [10]



11. ábra. Head-checking repedések, felületi kitöréssel (ún. lemezes leválásokkal) [10]

Irodalom

- [1] G. L. Burkhardt – H. Kwun: Measurement of residual stresses around a circular patch weld using Barkhausen noise.
- [2] Molnár Péter: Plazmaszórtfelületű-alkatrészek feszültséganalízise Barkhausen-zaj mérés alapján. Doktori értekezés, Budapest 1995.
- [3] Tóth Ferenc: Roncsolásmentes anyagvizsgálat Barkhausen-zaj mérésével. A belső feszültség mérés lehetősége: Barkhausen-zaj mérés. Szakmai nap 1997. április 29.
- [4] Bernát László – dr. Várfalvi György: Összefoglaló jelentés, a „Feszültségek alakulásának vizsgálata hézag nélküli vágányokban” című kutatási téma „A vasúti sín hőmérsékleti feszültségeinek meghatározása a Barkhausen-féle mágneses zaj mérésével” megnevezésű 1988. évi részéről. Ezen belül: Posgay György – Tóth Ferenc: Sín feszültség-vizsgálata Barkhausen-zaj mérésével; Budapest 1988.
- [5] University of Minnesota Supercomputer Institute honlapja: <http://www.msi.umn.edu>
- [6] Dr. Bárczy Pál – Dr. Fuchs Erik: Metallográfia I. Budapest 1981.
- [7] Mertinger Valéria: Belső feszültség és maradék ausztenit meghatározása röntgen-diffrakcióval golyócsapágy gyűrűk különböző fázisaiban. Diplomaterv. Miskolc 1985.
- [8] A. Stacey-H. J. Macgillivray – G. A. Webster-P. J. Webster – K. – R. A. Ziebeck: Measurement of residual stresses by neutron diffraction; Journal of strain analyses, vol. 20 no 2. 1985.
- [9] R. J. Allen – D. F. Cannon – M. A. M. Bourke – H. J. Macgillivray – G. A. Webster-K. S. Low – G. Mills-X. Wang – P. J. Webster: Measurement on Railway Rail section in 1989; Neutron Beam Rail Residual Stresses Measurement for ORE D173, March 1990.
- [10] Dr. H. J. Salzburger – Dipl. Ing. W. Spruch: Possibility of measuring the depth of cracks in the surface of rails (in particular squats and head cheks). Utrecht 1997.

Nyomásos alumíniumöntvények porozitásvizsgálata röntgenradiográfiával

Szalay Zsolt*

Bevezetés

Az egyre jobb minőségű alumíniumöntvények előállításában kulcs szerepet tölt be a porozitás mértékének minimális értéken tartása, mivel a porozitás nagymértékben befolyásolja az öntvény, s ezáltal a végtermék minőségét, felhasználhatóságát.

Az alumíniumöntvényekben fellépő porozitás okaként leggyakrabban két jelenség valamelyikét vagy kombinációjukat jelölik meg. Az egyik lehetséges ok az olvadátkban oldott gáz kiválása és megrekedése a kristallitárokra, a másik az ún. zsugorodási üregképződés, amely a szilárdulási folyamat során végbemenő térfogatváltozás következménye [4].

A nyomásos alumíniumöntvényekben kialakuló porozitás mértékét elsősorban befolyásoló technológiai tényezők az alkalmazott öntési eljárás, az öntőszerszám hőmérséklete, a felhasznált adalékanyagok, az öntési nyomás és az öntési atmoszféra [2].

A termékminőség javításának tehát alapvető módja a technológia fejlesztése. A porozításmentes öntvények előállítására azonban még nem képes a mai kor technológiája, ezért az előforduló mikrolunkek és pórusok roncsolásmentes felderítésével, illetve a hibák kezelésével lehet csak biztosítani a felhasználási kritériumoknak megfelelő minőséget. Ehhez a gyártási folyamat korai stádiumában alkalmazható gyors és hatékony minősítő vizsgálatra van szükség. Az általános vagy mintavételszerű roncsolásmentes szűrővizsgálatokon kívül a siker további feltétele a szállítványok széles körű és pontos adminisztrációja [3].

Röntgenradiográfiai vizsgálatok

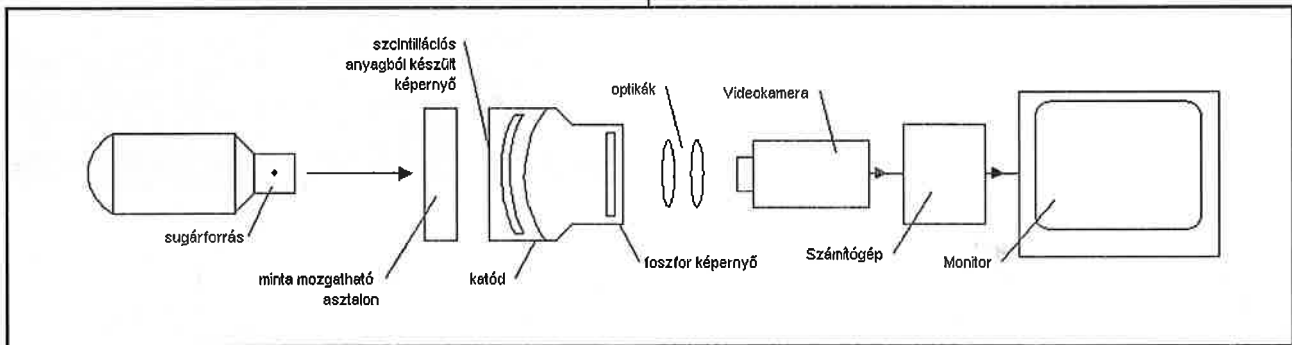
Ismeretes, hogy az átsugárzott tárgy röntgenképe előállításának módja szerint a radiográfiai vizsgálatok két alaptípusát különböztethetjük meg. Az egyik a film- vagy papír-radiográfia, a másik a valós idejű, dinamikus radiográfia vagy radioszkópia. Ez utóbbi legnagyobb előnye, hogy a vizsgálat alatt a minta mozgatható és így a hibák helye és kiterjedése nagyságrenddel hamarabb behatárolható [1]. Az 1. ábra egy tipikus radioszkópos berendezés sematikus felépítését szemlélteti.

A röntgenradiográfiát széles körűen alkalmazzák leggyakrabban öntvények és hegesztések minőségének roncsolásmentes vizsgálatára, de alkalmas zárt rendszerek folyadékszintjének vagy helyes alkátrész-elrendezésének ellenőrzése, illetve félvezetők és más elektronikus komponensek hibaanalízisére is [1].

A mérésekhez egy Philips gyártmányú MU 21-FSD típusú röntgenes vizsgálóberendezést használtam. A berendezés sugárforrása, ún. minifókuszos röntgenső, maximális feszültsége: 120 kV, maximális árama: 2 mA. Mint az ismeretes, a röntgenső feszültsége az átvilágítható vastagsággal, míg árama a felbontóképességgel arányos. A beépített számítógépes képelemző rendszer nemcsak a képfeldolgozást, hanem a mintákon távolság- és területmérését is lehetővé teszi.

Mérések és eredmények

Az alapfeladat a nyomásos alumíniumöntvények kritikus részei mikroporozitásának roncsolásmentes felderítése még a megmunkálási



1. ábra. Egy tipikus radioszkópos rendszer sematikus vázlata [1].

Egy a minőségbiztosítást komolyan szem előtt tartó vállalatnál minden öntvény szállítványt azonosítanak a beszállító és a dátum szerint. A megmunkálás során felmerülő minden problémáról tájékoztatják az öntvény gyártóját, hiszen közös érdek, hogy a hiba – a technológia felülvizsgálatát követően – a továbbiakban ne fordulhasson elő.

Ilyen rendszerbe beszállítóként bekerülni sem könnyű. Új beszállító, vagy mintadarab érkezése esetén megszokott az ún. háromlépcsős vizsgálati eljárás. Az első lépcső a mérőszoba, ahol a rajzon levő méretek aprólékos ellenőrzését végzik, majd ezt követi a laboratóriumi vizsgálat, amelynek során az összetétel, a sűrűség, a keménység, a szövetszerkezet stb. kerül kiértékelésre. A harmadik lépcső a darab beépítési próbája, azaz a végleges felhasználói körülmények közötti tesztelése.

Nyilvánvaló, hogy az alumíniumöntvények porozítása mértékének a meghatározása és minősítése a feldolgozás korai stádiumban kiemelt fontosságú feladat. A lehetséges roncsolásmentes módszerek (sűrűségmérés, ultrahangos detektálás, röntgen- ill. neutronradiográfia) közül jelen munkámban az alumíniumöntvényeken a térfogati anyaghiányok kimutatása céljából elvégzett valós idejű röntgenradiográfiai méréseim tapasztalatait mutatom be.

folyamatok megkezdése előtt. Az öntvény kritikus részei a megmunkálások során kialakítandó tömítő- és csúszófelületek környezete. Olyan módszereket keresek, amelyek ipari méretben gazdaságosan képesek a porozitást felderíteni.

A vizsgálatokat GD-AISI12(Cu) típusú (3.298.05) nyomásos öntvényeken végeztem. Az öntvények befoglaló mérete: 100x100x50mm, átlagos falvastagsága: 5-8mm.

Porozitási követelmények

A vizsgált öntvények megengedett porozitását ún. porozitás-osztályokban írják elő. A mintákra vonatkozó porozitás-osztályokat az 1. táblázat rendszerezi. Kivételek megengedése esetén külön dokumentum szabályozza az eljárást. Az előírt porozitás-osztály az igénybevételtől függően felületenként eltérő lehet. A vizsgált öntvények kritikus felületeire előírt megengedhető porozitás a PC0-ás és a PC1-es osztályba tartozik.

1. táblázat. Porozitási kritériumok

Porozitás-osztály	PC0	PC1	PC2	PC3	PC4
max. pórusátmérő mm	0.1	0.4	0.4	0.7	1
min. távolság mm		8	8	15	30
elhanyagolható átmérő mm	<0.1	<0.2	<0.2	<0.4	<0.6
kivétel lehet/nem lehet mm	nem	nem	igen	igen	igen

* Ph.D.hallgató, Mechanikai Technológiai és Anyagszerkezzetani Tanszék, Budapesti Műszaki Egyetem – H-1111 Budapest, Goldmann Gy. tér 3. V2/153 Tel.: (1) 463-2954, email: szalay@rht.bme.hu

A felbontóképesség ellenőrzése

A berendezés felbontóképességét például egy, a mintával azonos anyagból készített, ismert méretű, egyre vékonyodó huzalokból álló huzalsorral lehet ellenőrizni. Az ily módon elkészített huzalsort a minta felületére helyezve a berendezés felbontóképességét a legvékonyabb, a minta anyagától még megkülönböztethető huzal mérete határozza meg.

Egy röntgenes vizsgálóberendezés alkalmazhatóságának határait több egymással összefüggő tényező is befolyásolja; ebből szeretnék egyet kiemelni a tapasztalataim alapján. A készülékre gyárilag megadott felbontóképesség nem jelenti feltétlenül azt, hogy az így megadott felbontóképességnél nagyobb méretű anyagiány (hiba) fel is ismerhető a képernyőn. Tapasztalataim szerint a mikrolunker mérete (d) és az átvilágított falvastagság (w) hányadosa százalékban kifejezett elnyelési különbség a röntgenképen közel arányos feketedési különbséget okoz, s ez 3-4%-os d/w érték körül már felismerhetetlen.

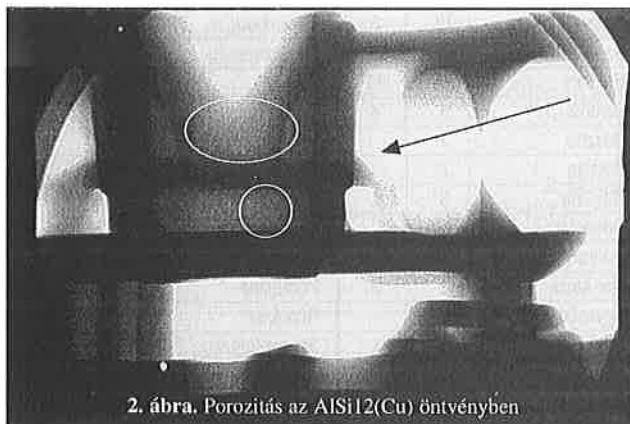
Kvantitatív eredmények

A mintákon három különböző típusú mérést végeztem:

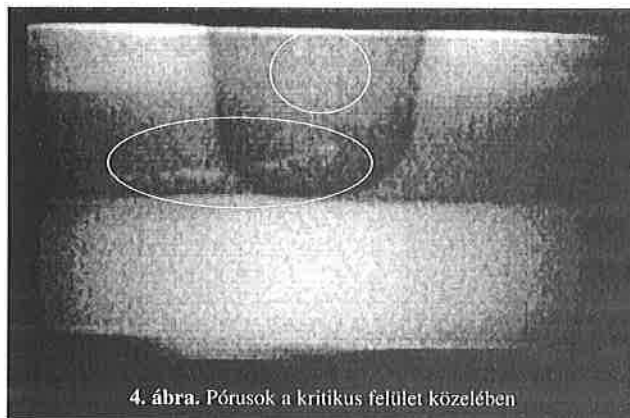
- nyers öntvényen porozítás keresése röntgennel,
- nyers öntvényen talált mikrolunkerek átlagos átmérőjének a meghatározása,
- már megmunkált anyagon felfedezett, szabad szemmel is látható hiba detektálása röntgenes eljárással.

Első lépésként a röntgenberendezés forgóasztalára helyezett nyers mintákon a minta forgatásával illetve a sugárforrás feszültségének és áramának szabályozásával kerestem mikroüregeket a kritikus felületek közelében. E vizsgáldások során a dinamikus radiográfia (radioszkópia) előnye egyértelműen megmutatkozott. A papír- vagy filmradiográfiát esetleg abban az esetben és módon lehetne nagyüzemben használni, ha a radioszkópiával beállított egy vagy két pozíció a teljes kritikus felület lefedését biztosítja.

Második lépésként a felfedezett mikrolunkerek átlagos átmérőjének meghatározása következett. A kvantitatív méréshez természetesen kalibrálni kell a berendezést. Ez a mintadarab megfelelően beazonosítható része méretének, mint referencia távolságnak a számítógép számára történő megadásával végezhető el. A kísérlet során a nyers öntvényeken mértem meg a még detektálható pórusok átlagos átmérőjét. Az átlagolások után az eredmény 0,55 mm-re adódott, ami messze a gyár által a készülékre megadott felbontóképesség fölött található. A 2. illetve a 3. ábra szemlélteti a porozítás detektálásának lehetőségét röntgenes módszerrel.



2. ábra. Porozítás az AISi12(Cu) öntvényben



4. ábra. Pórusok a kritikus felület közelében

A 4. ábrán látható felvétel a megmunkált mintadarabon elvégzett mérés közben készült. A képen látható üregesedés a minta felső edényszerű, sötétebb árnyalatú része és az alatta található hengeres rész kapcsolódásánál, a hengeres rész megemelkedett felében található. Az 5. ábrán a minta csaknem teljes méretében látható (a számsor kb. 5 mm magas). A fehér ellipszisekkel jelölt részekon mikropórus-feldúsulás figyelhető meg. Az átvilágított falvastagság ez esetben kb. 3 mm.

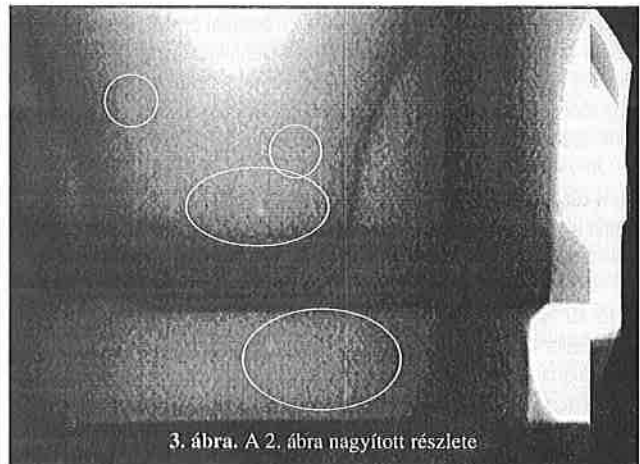
Végül a már megmunkált mintadarabon is végeztem méréseket. A megmunkált mintadarab kritikus felületén egy, szabad szemmel jól látható, kb. 0,6 mm átmérőjű pórus helyezkedett el. Annak ellenére, hogy pontosan ismertem a hiba pozícióját, elhelyezkedését, röntgenes eljárással ezt a pórust nem lehetett láthatóvá tenni a képernyőn, mivel a besugárzás irányú mérete szerint a d/w értéke kb. 3%. Ez utóbbi mérés által is igazolódni látszik a felbontóképesség vizsgálata során tett megállapítás, hogy csak azok a térfogati anyagiányok – pórusok, zárványok – mutathatók ki biztonsággal, amelyeknek d/w értéke nagyobb 3-4%-nál.

Összefoglalás

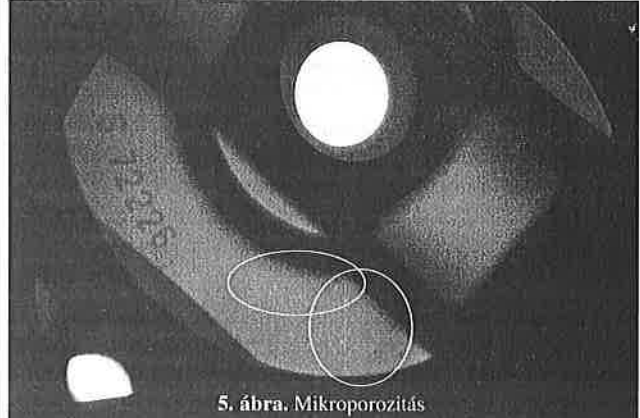
Az eredmények kiértékelése alapján megállapítható, hogy a röntgenes módszer szemléletes, könnyen érthető és jól kezelhető. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a konkrét esetre vonatkozó követelményeket figyelembe véve nem ez a megfelelő módszer a nyomásos alumíniumöntvények mikroporozitás-hibáinak felderítésére sem ipari, sem laboratóriumi körülmények között. A röntgenes vizsgálóberendezések alkalmazhatóságának határait nem csupán a készülékre megadott elméleti felbontóképesség határozza meg, hanem a keresett hibaméret falvastagsághoz viszonyított relatív mérete is befolyásolja az elegendő kontrasztkülönbség létrejöttét, s ezáltal a hibák eredményes felderítését is.

Irodalom

1. Greene, (1989): „Radiographic Inspection” ASM Metals Handbook Vol. 17.
2. M.R. Ghomashchi and K.N. Stratford, (1993): „Factors influencing the production of high integrity aluminium/silicon alloy component by die and squeeze casting process”, Journal of Materials Processing Technology, 38. pp. 303-326.
3. Halmshaw, (1987): „Nondestructive Testing”, Edward Arnold Publishers
4. Zs. Szalay, (1998): „Porosity examination of aluminium alloy castings” Gépészet 98 konferencia, Budapest
5. Standard Practice for Radioscopic Examination of Castings. Annual Book of ASTM Standards Vol. 03. 03 E1734-95



3. ábra. A 2. ábra nagyított részlete



5. ábra. Mikroporozítás

Beszámoló a 7. Európai Roncsolásmentes Vizsgáló Konferenciáról

Dr. Balaskó Márton⁽¹⁾ – Fücsök Ferenc⁽²⁾ – Dr. Pinczés János⁽³⁾ – Dr. Trampus Péter⁽⁴⁾

Előzmények

A Roncsolásmentes Vizsgálók Európai Tanácsa, röviden az ECNDT (European Council for Non-Destructive Testing) 1994-ben, a nizzai konferencián felkérte a Dán Roncsolásmentes Vizsgálók Egyesületét, hogy a négyévenként esedékes konferenciák következő eseményét rendezze meg. Így került sor a 7. Európai Roncsolásmentes Vizsgáló Konferenciára (7th ECNDT = 7th European Conference on Non-Destructive Testing) május 26 – 29. között, Koppenhágában.

A konferencia előtt és alatt számos rendezvényre és megbeszélésre került sor. Ezek közül a legfontosabb a Roncsolásmentes Vizsgálók Európai Föderációjának a megalakítása volt. (EFNDT = European Federation for Non-Destructive Testing)

Az EFNDT az European Council for NDT (ECNDT) jogutódjának tekintti magát. Az ECNDT-t 1984-ben Firenzében, a 3. Európai Roncsolásmentes Vizsgáló Konferencia résztvevői alakították meg. Hazánkat akkor dr. Réti Pál, dr. Konkoly Tibor és dr. Lehofer Kornél képviselte.

Az ECNDT célkitűzése az európai konferenciák előkészítése és a rendező ország támogatása volt. Az 1994-ben, Nizzában rendezett konferencia óta azonban egyre több olyan probléma merült fel, amelyek megoldására ez a szervezet nem volt alkalmas. A tagországok először különféle munkacsoportokat hoztak létre, például a képzés harmonizációjára, vagy a sugárvédelem egységesítésére. Több európai szakmai probléma, például a szabványosítás tárgyalása közben az is kiderült, hogy egy ilyen szervezetnek nincs súlya az Európai Unióban.

Az új föderáció kb. két éves előkészítő munka után, 1998. május 25-én alakult meg, amit az 1919. évi belga egyesülési törvény alapján jegyeztek be. A szervezetet a jelenlévő 27 európai ország szakmai egyesülete hozta létre. Elnöke Prof. Dierek Schnitger a német roncsolásmentes szövetség elnöke. Rendes tagja lehet minden európai országból egy roncsolásmentes vizsgáló egyesület. Megfigyelőként egy országból több szervezet is kérheti felvételét.

Az EFNDT céljai:

- Elősegíteni a roncsolásmentes vizsgálatok minden részének fejlődését az összes európai országban a vizsgálati technológia, a kutatás-fejlesztés, az alkalmazás, az oktatás és az információcsere területén.

- Közreműködni a sorompók lebontásában és szóvivőként cselekedni az európai közösségben.

- Bátorítani a kapcsolatokat az európai egyesületek és csoportok között valamint más földrajzi régiók között.

- Részt venni minden találkozó, szeminárium, kollokvium és konferencia támogatásában és szervezésében, különösen az európai konferenciák létrehozásában, valamint kiadványok, dokumentumok, jelentések kiadásában.

- Felelősséget vállalni egy európai központi certifikációs program (ECP) létrehozásában, az oktatás és minősítés európai harmonizációjának elősegítésére.

Az EFNDT előkészítő munkáiban és megalakításában a GTE képviselte a magyar roncsolásmentes vizsgálokat. Nem kétséges, hogy a fenti célok megvalósulása és az európai együttműködés csak hasznára lehet az egész magyar anyagvizsgáló szakmának.

Az EFNDT Igazgató Tanácsa a megválasztását követő napon megtartotta első ülését. Ezen, a többi téma mellett, felkérte a Spanyol

Roncsolásmentes Egyesületet, hogy a 8. európai kongresszust 2002-ben Barcelonában rendezze meg.

A roncsolásmentes vizsgáloknak világszervezete, az ICNDT is ülést tartott a konferencia idején, ahol 35 ország jelenlévői megvitaták a következő világkonferencia (15th WCNDT) előkészületeit, ami 2000. október 15-21. között Rómában lesz megrendezve. Ezen kívül napirendre került a régiók közötti együttműködés, különösen a képzés, a minősítés és a szabványosítás területén. A résztvevők egyetértettek abban, hogy csak az egyre több részterületre kiterjedő közös munka hozza meg azt az eredményt, amely minden országnak és az ipar minden területének hasznára válik.

A konferenciáról

Annak ellenére, hogy a 14. Világkonferenciát két éve 1996 októberében Indiában rendezték, nemcsak Európából érkeztek résztvevők. Összesen 967 fő regisztráltatta magát, ebből 863 személy érkezett európai országból és 104 fő a többi kontinensről. Természetesen, ennél több résztvevője volt a konferenciának, hiszen a 112 kiállító cég munkatársainak csak csekély töredéke szerepelt a hivatalos résztvevők listáján. Ezen kívül a kiállítás kedvéért több, köztük egy magyar csoport is utazott Dániába. Az 1. táblázat a résztvevői lista alapján készült és tartalmazza a hasonló, 1994-es nizzai adatokat is. [1]

1. táblázat

Ország	1998	1994	Ország	1998	1994
Algéria	4	5	Lengyelország	6	5
Argentína	5	1	Líbia	1	-
Ausztrália	2	1	Litvánia	6	-
Ausztria	13	8	Luxemburg	1	1
Banglades	3	-	Magyarország	5	7
Belgium	24	39	Málta	2	-
Belorusszia	8	4	Moldávia	2	-
Bosznia	3	-	Nagy-Britannia	54	42
Brazília	7	-	Németország	150	95
Bulgária	3	1	Norvégia	79	10
Csehország	10	2	Olaszország	15	27
Dánia	86	21	Oroszország	62	32
Dél-Afrika	3	3	Portugália	2	3
Egyesült Arab Em.	1	-	Románia	10	5
Észtország	3	-	Spanyolország	17	9
Finnország	20	7	Svájc	8	7
Franciaország	100	616	Svédország	104	41
Görögország	5	3	Szaúd-Arábia	5	-
Hollandia	37	32	Szingapúr	1	-
Horvátország	4	-	Szlovákia	10	2
India	2	5	Szlovénia	4	2
Irország	2	-	Törökország	3	-
Izland	1	-	Tunézia	4	2
Izrael	9	8	Új-Zéland	1	-
Japán	9	20	Ukrajna	6	3
Jugoszlávia	1	1	Uruguay	1	-
Kanada	6	9	USA	29	23
Kína	6	6			

A konferencia jelmondata: „NDT at work”, magyarul nem ilyen frapáns: „Roncsolásmentes vizsgálatok munkában”. Az előadók ezt a célkitűzést gondosan figyelembe vették, amikor gyakorlatias szempontból

(1) KFKI Atomenergia Kutató Intézet

(2) Műszaki Biztonsági Vizsgáló és Tanúsító Intézet

(3) Paksi Atomerőmű

(4) Nemzetközi Atomenergia Ügynökség

közelfítették meg a szakma problémáit, még akkor is, amikor elméleti kérdéseket vizsgáltak.

A tanácskozás végleges programja 283 szóban és 214 poszteren bemutatott előadást tartalmaz. Ebből a jelenlévő 4 magyar résztvevő 3 szóbeli és 5 poszter előadást tartott és szűkebb szakterületén szép sikert ért el. Különösen sikeresek voltak a poszterek, három poszterdíjat kaptak a szerzők.

A majdnem 500 előadást több szekcióba sorolták. Érdemes a szekciók neveit megismerni, mert jól csoportosítja a roncsolásmentes vizsgáló szakma szakterületeit és jelenlegi fejlődési irányzatait:

- repülőipar,
- művészeti és építőipari alkalmazások,
- automatizálás,
- személyzet képzése és minősítése,
- kémiai- és petrokémiai ipar,
- építőmérnöki alkalmazások,
- anyagtulajdonságok meghatározása,
- hegesztések roncsolásmentes vizsgálata,
- nukleáris ipari alkalmazások,
- off-shore alkalmazások,
- csővezeték vizsgálatok,
- erőművek,
- sugárvédelem,
- vasúti vizsgálatok,
- megbízhatóság és igazolás,
- hajózás,
- acélipar,
- számítógépes szimuláció,
- általános kérdések.

Külön szekciók foglalkoztak a következő módszerekkel:

- akusztikus emisszió,
- elektromágneses módszerek,
- radiográfia,
- infravörös vizsgálatok,
- felületi módszerek,
- ultrahangos vizsgálatok.

A kiadványban megjelent előadások téma szerinti megoszlását a 2. táblázat mutatja be. Érdemes az adatokat a nizzai, 6th ECNDT hasonló adataival is összevetni.

2. táblázat

Az előadások téma szerinti számai a 6. és 7. ECNDT-n

Cikk témája	1998	1994
Ultrahangos vizsgálat	105	102
Radiológia vizsgálat	65	49
Egyéb, nem ipari vizsgálat	57	40
Örvényáramos vizsgálat	40	23
Akusztikus emissziós vizsgálat	13	20
Komplex vizsgálatok	64	25
Felületi vizsgálatok	21	8
Komputeres szimuláció	30	-
Tömörsegi vizsgálat	6	-
Holográfia	5	3
Termográfia	11	-
Elektromágneses vizsgálat	5	9
Megebízhatóság	23	4
Oktatás, minősítés	17	8
Szabványosítás	6	5

Érdekes megállapításokat tehetünk a táblázat adatainak elemzésével. Megfordulni látszik az a tendencia, hogy a radiológiai témák egyre kisebb súllyal szerepelnek. Koppenhágában számában és arányaiban is növekedett a radiológiával foglalkozó cikkek száma. Ennek ellenére legtöbb cikk még mindig ultrahangos témával foglalkozik, bár arányaiban számuk az összes megjelent közleményhez viszonyítva a nizzai 1/3-ról kevesebb mint az 1/4-re csökkent. Növekedett viszont a táblázatban egyébnek nevezett, iparilag még nem elterjedt módszereket ismertető cikkek mennyisége. Ugyancsak jelentősen növekedett az örvényáramos, a felületi, és a több módszert együttesen használó komplex vizsgálatok irodalma is. A számítógépes szimuláció, a megbízhatóság és a személyzet minősítésének szerepe is felértékelődni látszik.

A konferencia megnyitójának jelentős eseménye volt az Európai Innovációs Diploma kiosztása. Ezt a díjat a francia CGR cég (Compagnie Générale de Radiologie) alapította a roncsolásmentes vizsgálatok kutatásának ösztönzésére. A díj célja, hogy segítse az alap- és alkalmazott kutatásokat, új vizsgálati módszerek létrehozását és fejlesztését mind az akadémiai, mind az ipari kutatóhelyeken.

A díj olyan személyeknek vagy csoportoknak adható, akik, vagy amelyek elismerésre méltó eredményekkel pályáztak érte. Az elismerést egy, 11 európai szakemberből álló, bírálóbizottság ítélte oda. A díj alap- és alkalmazott kutatási területen 5000-5000 ECU jutalmat, érmet és oklevelet tartalmaz.

A komoly szakmai értéket képviselő diplomáért 14 nyugat-európai és 1 magyar pályázó versengett. A KFKI-ban folyó neutronradiográfiai vizsgálat eredményeivel pályázó dr. Balaskó Márton az elismerést jelentő középmezőnyben végzett, amellyel azonban nem járt jutalom. A francia alapítási díjat eddig csak Franciaországban hirdették meg, kivéve az 1994-ben Nizzában rendezett 6. ECNDT konferenciát [1]. Koppenhágában a díjat a következők nyerték:

Alaputatás területén: R. Marklein (Kassel University): A piezoelektromos és a kapcsolódó hullámjelenség kvantitatív modellezése a roncsolásmentes vizsgálatokkal összefüggésben.

Alkalmazott kutatás területén: MML. Vesth, P.Hansen, S. Neergaard (FORCE Institute): Háromdimenziós vizsgálórendszer.

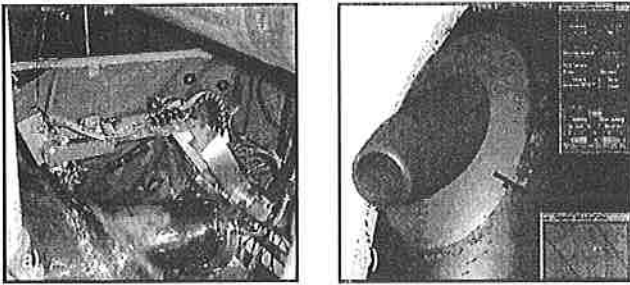
A megnyitó ünnepséget követő plenáris ülésen a szerzők bemutatták munkájukat. R. Marklein részletesen ismertette az ultrahangos vizsgálat számítógépes modelljét. A modell a piezoelektromos átalakító matematikai leírásával kezdődik, és az elastikus hanghullámok terjedésével, szóródásával és visszaverődésével foglalkozik. A fizikai leírás segít megérteni, hogy milyen jelenségek játszódnak le az anyagban, amikor a hang fémbe, betonba, erősített műanyagban terjed, mi történik az inhomogén szerkezetben, például a hegesztésben. Ugyancsak részletesen leírja a különféle visszaverő felületeken és anyagokon történő energia-átalakulásokat. A szerző a modellezéshez továbbfejlesztette az EFIT módszert, (Elastodynamic Finite Integration Technique), az így elvégzett számítások eredményei alapján jobban megérthetjük, hogy mi történik vizsgálat közben az anyagban. Biztosan állíthatjuk, hogy a kutatások folytatása a vizsgálóeszközök fejlesztésében hoz majd hasznot a gyártóknak és felhasználóknak.

Az innovációs diploma alkalmazott kutatási kategóriájában egy nagyon sokoldalú ultrahangos vizsgálórendszer fejlesztésével értek el elismerést a belga FORCE Institute kutatói. A háromdimenziós vizsgálórendszer lehetővé teszi összetett geometriai alakzatok hatékony és reprodukálható vizsgálatát.

A rendszer elemei:

- CAD támogatású ultrahangos szimulációs modul a pásztázási nyomvonal generálásához,
- hat szabadságfokú robot manipulátor, amivel szűk, és nehezen hozzáférhető helyen is lehet vizsgálni,
- szoftver a robot távvezérlésére és az adatgyűjtésre,
- fejlett, korszerű vizsgálati technológia,
- szoftver az A képek adataiból a valódi háromdimenziós eredményábrázolásra a CAD adatok felhasználásával.

A kutatási eredmények alkalmazásáról a különböző szekciókban még több beszámoló is elhangzott, [2] [3], és az említett robotot a kiállítás is bemutatták. Egy csőív külső felületén lévő hegesztési varrat robotizált ultrahangvizsgálata (a) és a vizsgálati eredmény háromdimenziós megjelenítése (b) látható az 1. ábrán. Sajnos a reprodukció csak közelítően érzékelteti a rendszer lehetőségeit.



1. ábra. Robotizált ultrahangvizsgálat egy csőív külső felületén (a) és az UltraSIM programmal értékelt vizsgálati eredmény háromdimenziós megjelenítése (b)

A konferencián jelenlévő kis létszámú magyar delegáció nem tudott minden eseményen és előadáson megjelenni, ezért az itt következő részletes beszámolókat a szerzők a személyes érdeklődés és munkakör szűrése alapján válogatták ki.

Vizsgálatok a nukleáris iparban

Az atomerőművi anyagvizsgálat fejlődési iránya szoros összefüggésben van az atomerőművi villamos energia fejlődésének helyzetével. A konferencia nukleáris szekciójának bevezető, iránymutató előadása, amelynek megtartására Joseph Sammant, EDF (Franciaország) kérték fel, ezt a megállapítást járta körül. Megállapítását a szekcióban elhangzott előadások is igen jól alátámasztották. Az előadás címe: *A roncsolásmentes vizsgálatok fő fejlődési irányai a nukleáris iparban.*

A villamosenergia-termelést Európában ma a következőkkel lehet jellemezni. A piac liberalizálódik, ami egyrészt a közös európai elvek érvényesülésének, másrészt a villamosenergia-ipar privatizációjára terjeszkedésének köszönhető. Új termelési módok jelennek meg, pl. „tisztá” szén, kombinált ciklus, továbbfejlesztett atomerőművi technológia (ABWR, azaz Advanced Boiling Water Reactor, EPR, azaz European Pressurized Reactor). Jelentős mértékben csökken bizonyos fosszilis tüzelőanyagok ára, pl. a gázé, ami még jobban élezi a versenyhelyzetet. Mindezek eredményeként a villamos energia atomerőműben történő előállításának viszonylagos alacsony árát mára már elérték a fosszilis tüzelőanyagot felhasználó erőművek.

Az elkövetkező évekre várhatóan az lesz jellemző Nyugat-Európában, hogy az atomerőművi termelés a jelenlegi szinten marad, nem helyeznek üzembe új atomerőművet, megjelenik viszont kb. 30 GW új gáz-erőművi kapacitás. Így az atomerőművekben megtermelt villamos energia részaránya a nyugat-európai országokban 1997 végén 38,6% körül alakult, ez a teljes Európára vonatkoztatva 37,5%. (Az előadó Európáról beszélt, ami az ő fogalmai szerint mindig Nyugat-Európát és Szlovéniát jelentette.) 1997 végén a teljes Európában 19 országban 220 atomreaktor üzemelt, amelyek átlagos életkora 15,6 év, (a legöregebb reaktor 33 éves). A legtöbb reaktort az 1973. évi olajválság után helyezték üzembe.

Annak érdekében, hogy az atomerőművek versenyképesek maradjanak a jövőben, megkérdőjelezhetetlenül biztonságosnak és kiváló rendelkezésreállásúnak kell lenniük. A roncsolásmentes anyagvizsgálat mindkét feltételhez hozzájárul.

A biztonságot illetően megfigyelhető a hatósági követelmények fejlődése, szigorodása. Megjelennek a roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének követelményei, meghatározásra kerül a minősítés módszere (ENIQ, azaz European Network of Inspection Qualification), megalakul az első minősítő bizottság Svédországban. A minősítés kezd beépülni a nukleáris szabályozási rendszerbe. (Franciaországban bekerült az 1997. évi szabályzatba). Felszínre kerül-

nek az első problémák is: az amerikai és európai minősítési koncepcióban jelentkező különbség, a hibánagyság meghatározással szembeni igények szigorodása, illetőleg a minősítési eljárás bonyolultsága. A válasz ezekre a paraméteres modellek kifejlesztése, ill. a minősítésre szolgáló etalonok közös használata a költségek csökkentése céljából. A versenyhelyzet néhány sajátossága is hatást gyakorol a roncsolásmentes vizsgálatok jövőjének alakulására. Az egységes Európa szintjén jelenik meg a műszaki és gazdasági verseny a gyártók és szolgáltatók között, ami felveti az igényét egy egységes roncsolásmentes anyagvizsgálati adatformátumnak.

A gazdaságosságra való törekvés egyértelmű következménye az időszakos ellenőrzési programok optimalizálásával szembeni igény felépése, továbbá a karbantartási idő rövidülése. Ezekre a követelményekre a következő válaszokat adta a roncsolásmentes anyagvizsgáló: növekszik az adatgyűjtés automatizáltságának foka, kombinált hibakereső és hibánagyság meghatározó eljárásokat alkalmaznak, fejlesztik az adatfeldolgozást a döntési folyamat meggyorsítása érdekében.

A gazdaságosság szoros összefüggésben van az atomerőmű lehetőség szerinti minél hosszabb időtartamú üzemeltetésével, hiszen a hosszabb időtartamra vetített költségek jobb megtérülést eredményeznek. A kérdés az élettartamgazdálkodás komplex kérdéskör egy része. Az élettartamgazdálkodás egyik műszaki kulcskérdése az öregedési mechanizmusok ismerete, mint pl. korrózió, hő- és mechanikai anyagkifáradás, sugárkárosodás. Itt megjelenik egy új elvárás a roncsolásmentes anyagvizsgáló módszerekkel szemben, nevezetesen, hogy lehetőség szerint még a hiba makroszkópikus méretűvé növekedése előtt, a károsodás korai szakaszában szolgáltatson információt, lehetővé téve ezzel a katasztrófális meghibásodás elkerülését és a javítás vagy berendezéscsere legkedvezőbb időpontjának a kijelölését.

A nukleáris szekcióban a bevezető előadást követően 30 további előadás hangzott el. Ezek közül 4 előadás foglalkozott gőzfejlesztő hőátadó cső vizsgálatával, 9 előadás fűtőelem és reaktor belső berendezés vizsgálatával, valamint 9 előadás reaktortartály vizsgálatával, 8 előadás szólt csővezetékek és szivattyúk vizsgálatáról, végül 4 egyéb témáról. A felsorolt előadásokon kívül 20 posztert mutattak be.

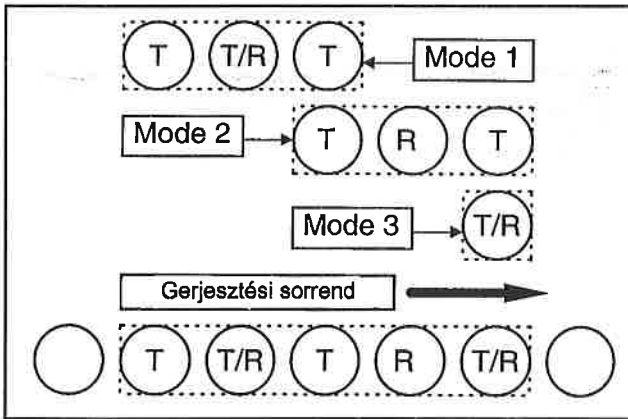
A bevezető előadás gondolatmenetének igazolására két előadást ragadtunk ki. T. Sollier, H. Schepens, B. Benoit és J. Reuchet francia szakemberek előadása gőzfejlesztő hőátadó csövek örvényáramos vizsgálatához kifejlesztett újfajta tekercscsel kapott első eredményekről számol be [4]. Az új tekercs kifejlesztésének az volt a célja, hogy csökkentse a vizsgálat időtartamát. Franciaországban a csőfal, ill. távtartók vizsgálatához, valamint az U-hajlatok esetében a jól ismert forgó tekercset alkalmazzák. Az új tekercs egyesíti magában az egyenes csőszakaszok vizsgálatára szolgáló hagyományos Bobbin-tekercs vizsgálati sebességének előnyét és a hagyományos forgó tekercs nagyobb hibakimutatói érzékenységét. A tekercs 16 örvényáramos adó-vevő tekercs egységből áll és a mechanikus forgást e tekercsek gerjesztésének forgómozgása helyettesíti. Az új tekercs neve SET a forgó gerjesztésű tekercs francia szavak kezdőbetűiből. A legnagyobb kihívást az jelentette, hogy az új tekercs esetében „fordulatonként” kevesebb (16) adattal kellett azt a hibakimutatót elérni, amit a hagyományos forgó tekercs esetében nem egyszer 200 adat biztosít. Ez elsősorban kis hibák, különösen pedig longitudinális irányítottág esetén volt kritikus. A kérdés megoldásához három speciális adó-vevő konfigurációt is bevezettek.

1. mód: 3 adó (sorban) és egy központi vevő, ami növeli az érzékenységet a két-két adó közötti longitudinális hiba esetén,

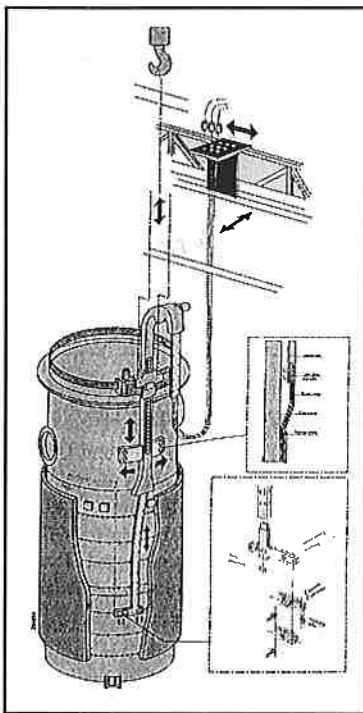
2. mód: 2 adó (sorban) és közöttük egy vevő, amely elrendezés transzverzális hibákra érzékeny, valamint a két adó a hatástartományt növeli,

3. mód: egy alap adó-vevő két koaxiális tekercscsel, ami majdnem ugyanolyan jelet ad, mint egy hagyományos impedancia hídhoz kötött tekercs.

E három mód szimultán aktiválását adják hozzá a forgó gerjesztéshez (2. ábra).



2. ábra. A SET szonda tekercsinek elrendezési vázlata és gerjesztési sorrendje – T – adó tekercs R – vevő tekercs



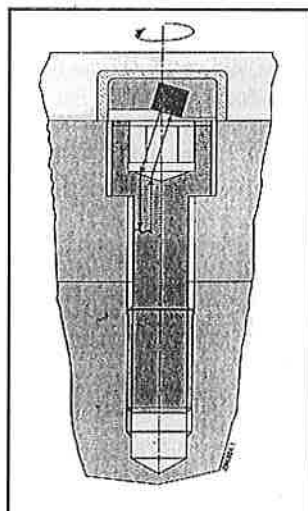
3. ábra. A reaktorkosarat rögzítő csavarok vizsgálati helye és a manipulátor

Az összehasonlító kísérletek eredményei, amelyből szemelvények találhatók a [4] cikkben, azt mutatták, hogy a SET tekercs nemcsak a vizsgálati idő csökkentését eredményezte, ami a fejlesztési munka eredeti célja volt, hanem a kimutatás hatékonyságát is javította.

D'Annucci és F. Bonitz, ABB Reactor (Németország), valamint T. Yamashita, Mitsubishi Heavy Industries (Japán) előadása nyomottvízes reaktorok kosarának vizsgálatával foglalkozik [5]. A bemutatott vizsgálórendszert a rendkívül nehezen megközelíthető helyek ultrahangos vizsgálatára fejlesztették ki és már alkalmazására is sor került japán erőművek időszakos ellenőrzése során. A fejlesztésre az adta az okot, hogy a reaktor-

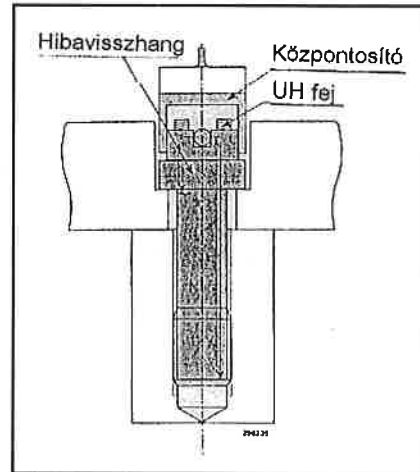
kosár rögzítő csavarjainak repedését és törését észlelték az USA-ban a 90-es évek közepén. A kosár ugyan nem nyomástartó része a fővízkörnek, de szerkezeti integritásának biztosítása feltétele a biztonságos üzemeltetésnek. A fejlesztés legnagyobb kihívása az volt, hogy a kosár és a hőpajzs közötti rés mindössze 20-50 mm, a reaktor konstrukciótól függően (3. ábra). További nehézséget jelentett a radioaktív sugárzás magas szintje, ami korlátozta a manipulátorhoz, illetve a vizsgálofejekhez választható anyagok számát.

A továbbiakban nem térünk ki a manipulátor-fejlesztés lépéseire, hanem a vizsgálo technikára összpontosítunk. A kosár hegesz-



4. ábra. Belső kulcsnyílású csavarok vizsgálati technikája

tési varratainak és csavarjainak vizsgálatára impulzus-visszhang eljárásra épülő ultrahangos technikát választottak. A varrat vizsgálatához örvényáramos eljárást is alkalmaztak, elsősorban a varrat pontos helyének meghatározásához. Egy további örvényáramos tekercs szolgált a felületi repedések vizsgálatára. A vizsgálatot száloptikás szemrevételezés egészítette ki, ami egyúttal az ultrahangos vizsgálofej pozícionálását is elősegítette. A teljes vizsgálórendszert, ami magában foglalja a manipulátort, a vizsgálofej-tartókat, a videorendszert, valamint az ultrahangos és örvényáramos berendezéseket és fejeket, egy központi vezérlőegységről lehet irányítani.



5. ábra. Bemetszett csavarok vizsgálati technikája

A belső kulcsnyílású csavarok vizsgálatához immerziós technikát választottak, 10 MHz vizsgálati frekvenciával, a vízben keresztüli hangút kb. 19 mm volt (4. ábra). A vizsgálatához a fejet 360 fokban körbe kell forgatni. A hasított fejú csavarokat kontakt technikával vizsgálták szintén 10 MHz frekvenciával és két vizsgálofejvel (5. ábra). A varratok vizsgálatának megter-

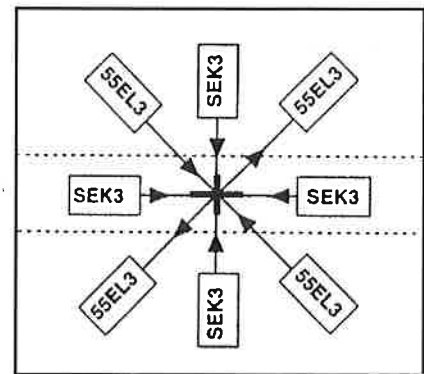
vezések az volt a cél, hogy mind a hossz- mind a keresztirányú repedéseket ki tudjanak mutatni a kosár belső és külső felületén egyaránt. Ehhez nyolc ultrahangos vizsgálofejet alkalmaztak (6. ábra): négy fejet, amelyek kúszó hullámot bocsátanak ki (SEK 3) a külső felülethez és négy longitudinális fejet (55 EL 3) a belső felület vizsgálatához. Az örvényáramos fejet két tekercset tartalmaz, amelyek abszolút és differenciál elrendezésben dolgozhatnak. Az abszolút mód igen érzékeny az anyagszerkezet változásaira, tehát ezzel a varrat helyzete könnyen meghatározható. A differenciál módot repedés keresésére alkalmazzák.

A vizsgálórendszert minősítették, amihez egy teljes léptékű modellt használtak, a reflektorokat elektroerőzítés módszerrel alakították ki. Az első lépésben laboratóriumi körülmények között zajlott a minősítés, majd a valósághoz hű viszonyokat alakítottak ki. Csak ez után alkalmazták a rendszert egy japán atomerőműben 1997-ben a reaktorkosár vizsgálatához.

A vizsgálorendszert minősítették, amihez egy teljes léptékű modellt használtak, a reflektorokat elektroerőzítés módszerrel alakították ki. Az első lépésben laboratóriumi körülmények között zajlott a minősítés, majd a valósághoz hű viszonyokat alakítottak ki. Csak ez után alkalmazták a rendszert egy japán atomerőműben 1997-ben a reaktorkosár vizsgálatához.

A személyzet minősítése

A vizsgálatok minősítésével kapcsolatban számos színvonalas előadás hangzott el, melynek része a vizsgálo személyzet képzésével kapcsolatos előadások is, mivel a személyzet képzettsége, rutinja döntően befolyásolja az egyes vizsgálati eredmények értékét, megbízhatóságát. Az elemzett minősítőrendszer Magyarországon is érvényben van (MSZ EN 473-as szabvány).



6. ábra. A reaktorkosár ultrahangos vizsgálat, a fejek elrendezése

A roncsolásmentes vizsgálatok személyzetének képzésével kapcsolatban R. Roche tartott átfogó bevezető előadást [6]. Kiemelte, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok minősége négy alapvető tényezőtől függ:

- a vizsgált berendezés jellemzőitől (metallurgiai paraméterek, a felület állapota stb.),
- az alkalmazott roncsolásmentes vizsgálatról és annak végrehajtási feltételeitől,
- a vizsgáloberendezéstől (jellemzők, beállítási paraméterek),
- a kiértékeléstől és a kapott eredmények értelmezésétől.

Egyértelmű, hogy a vizsgálószemélyzet szakértelme meghatározó szerepet játszik e négy tényező és a konkrét vizsgálat kapcsolatában. Ezért a személyzet minősítése az egyik legfontosabb lépés a megbízható vizsgálatok felé vezető úton. Az előadásban R. Roche ismertette az egyes nyugat-európai országokban alkalmazott képzési rendszereket, amelyek gyakorlatilag az EN 473-as szabványra épülnek (3. és 4. táblázatok).

A jelenlegi helyzet szerint a nyugat-európai országokban az EN 45 013 szerint akkreditált képesítő testületek végzik a személyzet alapminősítését az EN 473-as szabványnak megfelelően. Egyes országokban bizonyos nemzeti sajátosságokkal vezették be a rendszert, de az eltérések nem mérvadóak. A referencia dokumentumok az ISO 9712-nek megfelelően készítik.

A 4. táblázat jól mutatja, hogy az egyes országokban milyen területeken adtak ki képesítéseket.

A konferencián ugyan nem szerepelt, de megjegyzésre érdemes, hogy a magyar képesítési rendszer igen gyorsan és szorosan követte ezeket a folyamatokat. 1996 eleje óta több mint 1000 szakember képesítése történt meg az MSZ EN 473-nak megfelelően és bizonyos területeken a 3-as szintű képesítések is beindultak.

3. táblázat. A nyugat-európai országok képesítő testületei

Ország	Képesítő testület neve	A roncsolásmentes egyesület neve	A képesítő testület létrehozásának éve	Akkreditáció dátuma	Az első képesítés éve
Ausztria	ÖGZP	ÖGZP	1993	1996.02.23	1993
Belgium	BANT-Certification	BANT	1989	*	1990
Finnország	INSPECTA	Finnish NDT	1978	1997.05.26	1979
Franciaország	COFREND Certification Council	COFREND	1978	1996.10.16	1978
Németország	DPZ SECTOR CERT	DGZFP	1988 1991	1994 1993.11.	1989 1993
Olaszország	CICPND	-	1957	1994.01.24	1978
Hollandia	SKO	-	1989	1993.06.25	1991
Norvégia	Det. Norske Veritas Eurocert AS	-	1975 1995	1995.05.26. 1996.04.26	1975 1996
Spanyolország	Certtiaend (ex. AEND)	AEND	1991 (AEND) 1997 (Certtiaend)	előkészítés alatt	1982 (AEND) 1997 (Certtiaend)
Svédország	ABBNDT Training Center	-	1990	1994.12.16	1995
Svájc	SGZP	SGZP	1994	1994.09.16	1994
Anglia	BINDT (ex. PCN)	BINDT	1985	1993.04.28	1985

A személyzet képzésével kapcsolatos angol tapasztalatokról J. Thompson számolt be [7]. A tartalmas és az angol tapasztalatokat részletesen lebontva elemző előadás legfontosabb következtetése, hogy az ISO 9712 és az EN 473 szabványok a minimális követelményeket testesítik meg, és túl kell lépni rajtuk. Nemzetközi összefogásra van ahhoz szükség, hogy az egyes országok rendszere kompatibilis legyen egymással, és a kiadott képesítések nemzetközileg is elfogadhatók legyenek. Ehhez a már említett szabványok részletes átdolgozására van szükség. Az előadó javasolta egy nemzetközi képesítési rendszer (International certification scheme) kidolgozását, amely egységes követelményekre épülne, és egy minősítő testület vezetése alá tartozna.

A németországi tapasztalatokról U. Kaps számolt be [8]. Az előadó részletesen bemutatta a német képzési rendszer felépítését, az egyes fokozatokhoz tartozó elméleti és gyakorlati követelményeket. Különösen érdekes volt a 3. fokozatra vonatkozó részletes információ.

D. Henning előadása szintén a német tapasztalatokra épült [9] és kiemelte, hogy a már többször említett szabványok eredeti koncepciója csak akkor valósítható meg, ha a szakterületi vizsgákhoz olyan gyakorlóközpontok állnak rendelkezésre, ahol a konkrét szakterületnek megfelelően lehet felkészíteni és vizsgáztatni a szakembereket.

A holland D. de Groot előadása az EN 473-as szabvány revíziójával foglalkozott [10]. A revízió átfogja a szakterületek felosztásától kezdve a gyakorlati képzés és minősítés rendszerén át az újraminősítés rendszeréig az egész szabványt. Nagyon érdekes, például, hogy abban az esetben, ha egy adott szakterületre történő képzéssel több központ is foglalkozik, akkor az alkalmazott gyakorló- és vizsgadaraboknak azonos nehézségűeknek kell lenniük és műhibák jellegének is meg kell egyeznie. Ebbe a revízióban az alkalmazandó műhibák jellemzői még nem kerültek bele, de szeretnék elérni, hogy a következőben már pontosan rögzítsék ezeket az adatokat is. A szabványok (EN 473 és ISO 9712) új változata várhatóan 2002-től lép életbe.

A holland H. Hoogstraate előadásában szintén a személyzet képzésével foglalkozott [11] és kiemelte, hogy a már említett szabványok szerinti képesítés elengedhetetlen, de nem elégséges feltétele a megfelelő munkának. Ugyanis, míg a vizsgálatok minősége és a vizsgálatok jellemzői közötti összefüggésben az auditok szerint a hatáserősségi sorrend a vizsgáloberendezés, a szervezés és a személyzet, addig a round robin tesztek és a gyakorlat alapján a sorrend éppen fordított, azaz a személyzet jellemzői elsődleges hatásúak a vizsgálat minőségére.

A svéd ABB NDT gyakorlóközpont előadója, C. Eriksson szintén elmondta, hogy az EN 473 szabvány szerinti minősítés igen különböző tudást takarhat. Könnyen megeshet, hogy alacsony képzettségű szakemberek minősítése is megvalósul, ezért egyértelműnek látja, hogy ki kell küszöbölni a szabvány hiányosságait, és biztosítani kell a magas szintű tudást [12].

A vizsgálatok komplex minősítésével kapcsolatban (vizsgáloberendezés, vizsgálattechnológia és személyzet együttes minősítése) szintén sok előadás hangzott el. Bár a vizsgálati eredmények megbízhatósága szempontjából igen fontos lenne a vizsgálatok komplex minősítése, de ez igen mélyen gazdasági kérdés. Egy-egy bonyolultabb új vizsgálat minősítése a szükséges etalonok költsége, illetve a megkövetelt vizsgák hosszú időtartama miatt jelentős vállalkozói árnövekedést okozhat, amit a megrendelőnek kell vállalnia [13, 14]. Jelenleg készülnek az ENIQ-nél a minősítésre irányuló próbaelemzés (Pilot Study) záródokumentumai [15]. Az elvégzett próbaminősítés tapasztalataira építve elkészül a vizsgálatok műszaki megalapozására vonatkozó mintadokumentum (Technical Justification - TJ), amely tartalmazni fogja a vizsgálandó berendezés bemenő paramétereitől kezdve a minősítéshez szükséges próbadarabok leírásáig mindazt, ami elengedhetetlen az adott feladat megfelelő elvégzéséhez. Ezen minta TJ alapján lehetővé válik egy-egy adott vizsgálat műszaki adatbázisának egységes és magas szintű előkészítése.

Az elhangzottak alapján megállapítható, hogy a vizsgáloberendezések minősítése egy-egy adott vizsgálatához sok esetben megtörtént

4. táblázat. Az egyes nyugat-európai országokban képezett szakemberek száma

Ország	Alkalmazott szabvány	Vizsgálati technika							Ipari szakterület*	Képezések száma	Aktív képezett anyagvizsgálók száma
		ET	LT	MT	PT	RT	UT	VT			
Ausztria	EN 473 ISO 9712	x		x	x	x	x	x	3,4,5,11,12,13	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 1104 2. fokozat: 813 3. fokozat: 401	1104 813 401
Belgium	EN 473 ISO 9712	x		x	x	x	x		Fémtermékek- részterület: 15 és 5	<u>1997 vége</u> 1. fokozat: 18 2. fokozat: 228 3. fokozat: 3	18 228 2
Finnország	EN 473 és a Nordtest szabályzás ISO 9712 ISO 11484 SNT-TC1A	x		x	x	x	x	x	1,2,3,4,5,6,7,8,10	<u>1997 vége</u> 1. fokozat: 112 2. fokozat: 1314 3. fokozat: 83	102 505 32
Franciaország	EN 473 pr EN 4179	x	x	x	x	x	x		1,3,4,5,7,8,9,10	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 2959 2. fokozat: 10679 3. fokozat: 1071	2237 7185 626
Németország DPZ	EN 473 ISO 9712	x	x	x	x	x	x	x	1,2,3,4,5,6,7,8,9	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 3663 2. fokozat: 2701 3. fokozat: 1064	1998 1688 274
Németország Sector CERT	EN 473 ISO 9712	x	x	x	x	x	x	x	1,2,3,4,5,6,14,16	<u>1997 vége</u> 1. fokozat: 180 2. fokozat: 533 3. fokozat: 280	154 283 110
Olaszország	EN 473	x	x	x	x	x	x		1,2,3,4,5,10,17	<u>1997 vége</u> 1. fokozat: 1600 2. fokozat: 10679 3. fokozat: 170	
Hollandia	EN 473	x		x	x	x	x		10	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 116 2. fokozat: 1784 3. fokozat: 257	Összesen: 1300
Norvégia Det Norske Veritas	EN 473 és Nordtest szabályzat	x		x	x	x	x	x	1,2,3,4,5,6,7,8,10	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 0 2. fokozat: 2700 3. fokozat: 368	0 1281 138
Norvégia eurocert	EN 473 és Nordtest szabályzat			x	x	x	x	x	1,2,3,4,5,6,7,8,10	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 0 2. fokozat: 141 3. fokozat: 0	0 84 0
Spanyolország	EN 473	x	x	x	x	x	x	x	AEND: 10 Certaend: 3	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 243 2. fokozat: 789 3. fokozat: 101	243 857 111
Svédország	EN 473 és Nordtest szabályzat	x		x	x	x	x	x	1,2,3,4,5,6,7,8,10	<u>1997 október</u> 1. fokozat: 107 2. fokozat: 310 3. fokozat: 42	107 310 42
Svájc	EN 473 ISO 9712	x		x	x	x	x	x	1,3,5,8,10	<u>1997 július</u> 1. fokozat: 208 2. fokozat: 258 3. fokozat: 46	141 102 16
Anglia	EN 473 ISO 9712	x		x	x	x	x		1,3,5,8,9,10	<u>1996 vége</u> 1. fokozat: 1381 2. fokozat: 12072 3. fokozat: 659	Összesen: 6000

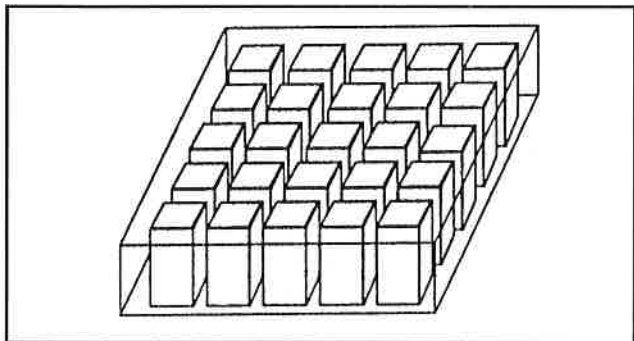
* [Ipari szakterületek: 1 - Öntés (Castings); 2 - Kovácsolás (Forgings); 3 - Hegesztés (Welds); 4 - Csövek, vezetékek (Tube/pipes); 5 - Kovacsolt termékek (Wrought products); 6 - Fémgyártó és fémfeldolgozó ipar (Metal producing and metal manufacturing industry); 7 - Gyári berendezések (Equipment and processing plant); 8 - Űrrepülés (Aerospace); 9 - Vasút (Railways); 10 - (Multisector); 11 - Szállítás (Transportation, air-railways); 12 - Gyárstruktúrák (Plant structures); 13 - Hegesztett profilok (Welded profiles); 14 - Nyomástartó edények (Pressure vessels); 15 - Fémgyártás és hegesztett szerelvények (Metallurgy and welded assemblies); 16 - Karbantartó cégek (service companies); 17 - Speciális alkalmazások (Special applications).

és célszerű ezeket a minősítéseket más országokban is elfogadni, ha hasonló vizsgálatnál kívánják alkalmazni a berendezést. A vizsgálat-technológiák minősítése sok esetben összefügg a berendezés minősítésével, hiszen a próbák során csak megfelelő vizsgálattechnológia segítségével lehet tesztelni a gépeket. A személyzet minősítése viszonylag egyszerű próbadarabokon, az európai szabványok szerint folyik. Ami gond, hogy a komplex minősítéshez olyan, a személyzet számára nem ismert próbadarabokra van szükség, amelyek 1:1 arányban tükrözik a vizsgálni kívánt valós szerkezet egyes részeit és olyan, pontosan ismert műhibákat tartalmaznak, amelyek megfelelnek a várt valós hibáknak.

Néhány ultrahangos újdonság

A 105 ultrahangos vizsgálatról foglalkozó cikk döntő többsége speciális alkalmazásokkal foglalkozott. Néhány újdonságot bemutató előadás azonban a mindennapi ipari gyakorlatra is hamarosan hatással lesz.

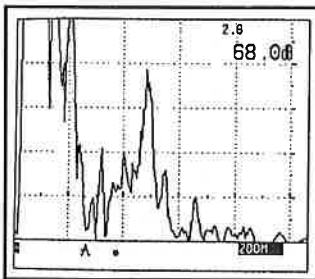
G. Splitt bemutatta az új piezokompozitokból létrehozott vizsgálófejeket [16]. A piezokompozit a már használt piezoelektromos kerámiák továbbfejlesztett, speciális célokra alkalmazott változata. Az úgynevezett 1-3 szerkezet egymással párhuzamos kerámia oszlopokból, és az azokat befoglaló epoxi-alapú mátrixból áll, mint az a 7. ábrán látható. Ha az oszlopok távolsága kisebb a polimerre vonatkoztatott transzverzális hullám fél hullámhosszánál, akkor az egész rezgő úgy rezeg, mint egy kvázi-homogén szerkezet.



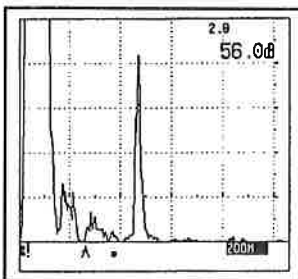
7. ábra. Az 1-3 piezokompozitos rezgő vázlata

Az így felépített rezgő előnye, hogy jobb az elektroakusztikus hatásfoka, így nagyobb jelmagasság érhető el vele. A lágy polimert tartalmazó rezgő jobb akusztikus csatolást hoz létre, mivel elnyomja a felületen a nem várt rezgéseket. A hajlékony polimer lehetővé teszi a vonal- vagy pontszerűen fókuszált hangnyaláb előállítását előtétlencsék nélkül is. Ezeknek a rezgőknek kis akusztikus impedanciájuk és nagyobb mechanikai hajlékonyságuk van. Ezekkel a tulajdonságokkal jobb jel/zaj viszonyt, és ezzel jobb hibakimutathatóságot lehet elérni.

A 8. ábrán figyelhető meg az új típusú fej előnye. Egy polietilén műanyagba a besugárzott felülettől 45 mm-re, oldalról befűrt 1 mm átmérőjű furat A képe a 8. a ábrán látható. A képen a jól ismert B1S jelű báriumtitanátos vizsgálófejjel végzett vizsgálat eredményét látjuk, ami a



8. a ábra. A piezokeramikus rezgő A képe



8. b ábra. A piezokompozitos rezgő A képe

vizsgált anyag durva kristályszerkezete miatt sok zajt tartalmaz. Ha ugyanezt a furatot a K1SC jelű kompozitos vizsgálófejjel mutatjuk, ki a 8. b ábrán látható ernyőképet kapjuk. A két jel között 12 dB a különbség és láthatóan jobb a jel/zaj viszony is.

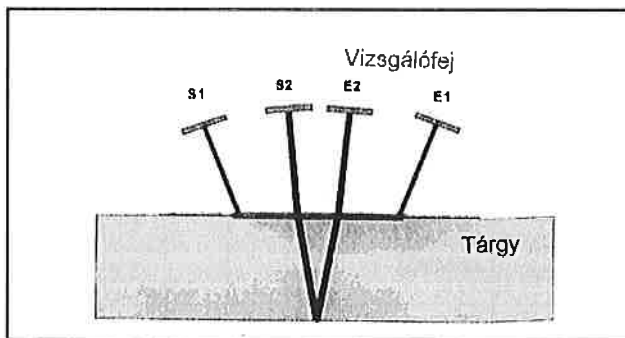
A piezokompozit anyagok lehetővé teszik, hogy a légcsatolású vizsgálatokhoz az eddiginél jobb konstrukciójú fejeket készítsenek [17]. A légcsatolású vizsgálatokhoz nem használnak folyékony csatoló anyagot, ezért a levegő hangelnyelő képességét figyelembe kell venni. Ennek értéke például 1 MHz frekvencián 1,2 dB/cm, ellentétben a víz 0,0022 dB/cm elnyelési tényezőjével. Ez a két szám szemléletesen mutatja, hogy a kompozit rezgők jobb elektroakusztikus hatásfokát és ezzel a nagyobb energiájú hangkibocsátását ki kell használni.

Csatolóanyag nélkül eddig az akusztikailag lágy anyagok vizsgálatát lehetett csak elvégezni, például gumi, műanyag, szendvicsszerkezetek. A fejlesztések eredménye, hogy már beton, kerámia és fémek vizsgálatát is el lehet végezni, bizonyos korlátozásokkal. Fémek és kerámiák folyékony csatolás nélkül, piezokompozitokkal is csak a felületükön vizsgálhatók. A felületközeleli repedések a Rayleigh-hullámok generálásával és érzékelésével mutathatók ki, vékony lemezek a Lamb-hullámok segítségével vizsgálhatók.

W. Roye és U. Schlengermann előadásukban [18] egy régi probléma megoldását mutatták be. A megoldás itt is egy speciális vizsgálófej és a hozzá kapcsolódó elektronika.

A pontos ultrahangos falvastagságméréshez szükség van a mért anyag valódi hangsebességének ismeretére. Ha a munkadarab egyik sarkán mindkét felülethez hozzáférünk, a hangsebesség meghatározásának nincs akadálya. Ha azonban, csak egyik oldalról férhetünk a vizsgálandó tárgyhoz, akkor csak közelítő vastagságmérést végezhetünk, felvett hangsebesség értékkel.

A pontos, helyi hangsebesség és a falvastagság méréshez fejlesztették ki az AUTO-V vizsgálófejet, melynek szerkezete a 9. ábrán látható. A mérőfejben két pár adó vevő kristályt építettek be. A hangsebességet az S1-E1 kristályokkal, a falvastagságot a szokásos elrendezésű S2-E2 rezgőkkel mérik.



9. ábra. Az AUTO-V vizsgálófej vázlata

A két mérőrendszer nyilvánvalóan nem működtethető egyidejűleg egy hagyományos vizsgálókészülékkel. Ezért egy kiegészítő elektronikát kell a hagyományos készülékhez csatolni. A kétcsatornás multiplexer másodpercenként 4-4 mérést végez, amit a beépített szoftver kiértékel. Lehetőség van egy letapogatott felület értékelésénél az egyik ábráján a hangsebesség, egy másik ábráján pedig a falvastagság változás kétdimenziós térképének kinyomatására is.

A radiográfia újdonságai

A radiográfia területén dolgozó szakemberek 75 előadásban mutatták be eredményeiket. A konferencia-szervezők sajtóságos tematikai csoportosítása miatt ebből 35 lett prezentálva a Radiográfiai szekcióban, míg a többi (40) más téma területek (11) között szerepelt, mint amilyen a Nukleáris ipari szekció, a Repüléstechnika szekció és egyebek voltak.

A radiográfiai források területén újdonságnak számít a fémkerámia röntgencső [20]. Robosztus kivétel, nem törékeny, nagy stabilitású és

egyszerűen illeszthető a röntgenkészülékek mechanikai és elektronikai konstrukciójához. Jelenleg 65 kV-os nagyfeszültséggel működtethető 50 W-os terhelhetőséggel, de már tervezés alatt áll a 100 kV-os, 1 kW-os változat is. A rendelkezhető anód anyagok: W, Mo, Cu, Fe, Al, Ti, Au, Ag, U, Cr, Rh.

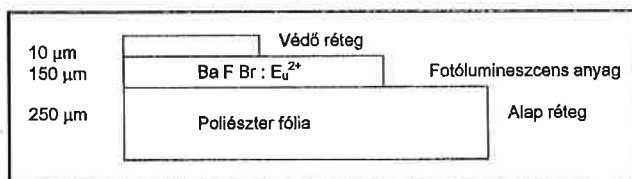
Lényegesen nagyobb áthatolást tesz lehetővé a Varian cég Linotron típusú lineáris gyorsítója, amely 6,9 és 11 MeV közötti energia-tartományban működik [21]. A konstruktőrök 600 mm-es radiális vastagságú acél tárgyak minősítésére tervezték 3D tomográfiai módszerhez.

Orosz tervezők hasonló célra egy kéttagú betatroncsaladot ajánlottak [22]. Az egyik maximális energiája 25 MeV a másiké 50 MeV. Ezen berendezések egy speciális üzemmódban alkalmasak kétkamrás sztereo betatronos elrendezésre. Két 13,7 MeV energiájú nyaláb lehetővé teszi a hiba sztereo képének előállítását, és a hiba helyének mélységbeli elhelyezkedésének a meghatározását.

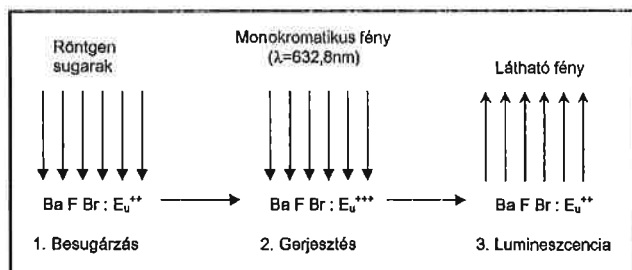
Napjaink egyik legújabb népszerűsített sugárforrása a ⁷⁵Se izotóp [23]. Ennek egyik oka, hogy az általa kibocsátott átlagenergia 217 keV, szemben az ¹⁹²Ir 353 keV-jével szemben. Így kontrasztosabb képet szolgáltat. Másik előnye, hogy 120 napos felezési ideje majdnem kétszerese az ¹⁹²Ir 74 napjának. További járulékos előny, hogy a hordozó eszközök, a sugárfórmálók és a sugárvédelem is könnyebben kivitelezhető az alkalmazásakor.

A radiográfiai munkák detektoraként a hagyományos filmtechnika mellett egyre bővülő teret nyerne az elektronikus képek szolgáltatására alkalmas eszközök. A már említett Linatron-rendszer [21] képkalkotója négy darab 256 x 256 elemes amorf szilícium detektor, az elemi cella mérete 0,75 x 0,75 mm², az aktív összfelülete 4 x 192 x 192 mm², amellyel 600 mm vastag acél tárgyak 3D tomográfiai képét állították elő.

A filmtechnika komoly versenytársat kapott a imaging plate módszer roncsolásmentes vizsgálati technikában való alkalmazásával [19, 24]. A módszer az egyes anyagokon tapasztalható fotostimulációs lumineszcencia jelenségén alapszik, amit Bequerel fedezett fel még a múlt század végén. A detektorlemez felépítését vázlatosan a 10. ábra mutatja. A poliészter hordozófóliára fotolumineszcens bárium-fluorbromidot visznek fel, amit európiummal dúsítanak. Ebben a rétegben az információhordozó az európium ionja. A fénykibocsátási folyamatot a 11. ábra szemlélteti.

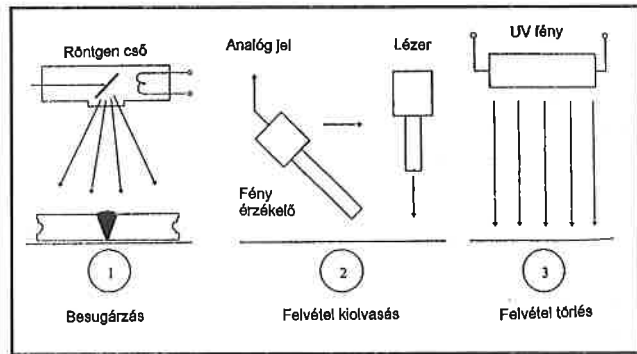


10. ábra. A detektorlemez felépítése



11. ábra. A fotostimulációs lumineszcencia alapelve

Az imaging plate módszer lényege (12. ábra), hogy a kazettába zárt detektorlemezen a röntgenbesugárzás által keltett kép töltés elrendeződéséül generálódik és őrződik meg (több napig is), és amely a monokromatikus fényrel történt megvilágítás hatására fényérzékelővel kiolvasható, digitalizálható és számítógéppel megjeleníthető, feldolgozható, tárolható. Érzékenysége legalább két nagyságrenddel jobb, mint a



12. ábra. A detektorlemez használata

filmeké (drasztikusan lehet csökkenteni a besugárzási időt). Az imaging plate lemez információtartalma kiolvasás után törölhető, és ezerszer felhasználható. A Fuji cég szakemberei már direkt neutronradiográfiai módszerrel készülő felvételek előállítására alkalmas változatot is elkészítették, amint ezt a hazai szerző által is jegyzett [25] publikációban tettek közzé.

A radioszkópiai technikát jelentős mértékben elősegítette a nagy érzékenységű CCD tv-kamerák elterjedése [26]. Ezek képerősítővel rendelkeznek, és az általuk készített videofelvételek PC-hez kifejlesztett képképtárolókkal feldolgozhatók és tárolhatók. A dinamikus jelenségek közvetlenül S-VHS videomagnetofonnal rögzíthetők és utólag értékelhetők.

A hagyományos röntgenfilmekben rögzített eredményeket [27] is lehet digitalizálni jó felbontású scanner-rel (letapogatóval), amint ezt a hegesztési varratok röntgenfelvételeinek kiértékelését végző szakemberek közleményéből megtudhattuk.

Indiai kutatók a neutronradiográfiában jól ismert gadolinium-oxiszulfidot tartalmazó konverter lemezt alkalmazták a röntgenradioszkópiai vizsgálatok során képkalkotóként [28]. Így a különböző radiográfiai módszerek során nincs szükség konvertercserére.

A detektálási területen igazi újdonságnak számít az orosz Introszkopy cég [29] gázkisüléssel nagy érzékenységű konvertere. Ez alkalmas arra, hogy láthatóvá tegye a töltött részecske sugárzást a néhány keV-től 70 MeV-ig terjedő energia-tartományban. A töltet xenon bázisú gáz. A sugárzás hatására UV jelenséggel kísért kisülés jön létre, amelyet egy lumineszcens réteg alakít át látható fényvé. Az előállítható felület 500 x 600 mm² és a várható élettartam 5000 óra.

Az alkalmazások körében széles választéka jelent meg a tomográfiai módszereknek [30], amely a geometriailag nagyított 3D képek elemzésével foglalkozott, vagy a nagy energiájú sugárzással, nagyméretű tárgyakon végzett méréseket és azok készülékeit ismertette [21], [31]. A fáziskontraszt mikrotomográfiára szolgáltatott példát [32] egy dán kutató írásában.

A digitális radiográfia lehetővé teszi a vizsgálati tárgyak falvastagságának meghatározását, amint azt imaging plate technika felhasználásával [33] belga kutatók bebizonyították. A berlini BAM munkatársai [34] ugyan csak ezt erősítették meg a hagyományos röntgenfilmek lézercscannerrel való digitalizálása után.

Az orvosi gyakorlatban évek óta használt laminográfiai technika immáron megjelent a roncsolásmentes anyagvizsgálatban [35] is. A Sky-Scan kutatói 130 keV-es röntgengenerátort használtak a laminográfiai kísérletükhöz, amelynek 10 μm-es foltmérete volt. Foszfór detektorernyőt alkalmaztak, amelynek képét egy 768x560 képpont felbontású CCD kamerával jelenítették meg. A mérési pontokat tíz másodperces integrálási idővel vették fel szobahőmérsékleten. A mintát egy forgatható, ferdeszögben döntött tengelyű asztalra helyezték és 400 lépésben tapogatták le egy körülfordulás alatt. Nyomon követhetővé vált a négyréteges nyomtatott áramkörti lemezen belül a forrasztó ón elhelyezkedése.

A Westinghouse cég kutatói egy mozgó röntgenradioszkópiai rendszer létesítéséről és felhasználásáról számoltak be [36]. Az eszközt négy példányban építették meg és a nukleáris hulladékok ellenőrzésében kerültek alkalmazásra. A készülék sugárforrása egy 160 keV-es röntgengenerátor. A tárgyakat távvezérelt villásmelével mozgatták. A CCD kamerák által szolgáltatott képeket S-VHS videomagnóval rögzítették illetve videoprinterrel nyomtatták ki, ha szükséges volt.

A konferencián a hazai kutatók élen jártak az egyidejűleg alkalmazott roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerek felhasználásában. A dinamikus neutronradiográfiát termográfiával [37], vibrációs diagnosztikával [38], és akusztikus emisszióval [39] kombinálva használták a vizsgálati tárgyak működési sajátosságainak jobb megértése érdekében, valamint azért, hogy az így elért eredmények könnyűszerrel beilleszthetők legyenek a gyárak minőségbiztosítási rendszerébe.

Angol szerzők egy újszerű radiográfiai munkavégzési módszerről, a SCAR-ról [40] számoltak be. Ennek lényege, hogy a radiográfiai munkákat úgy kell ütemezni, hogy azok egybeesnek a megrendelőknél esedékes átállásokkal, amikor nincs termelő tevékenység. Ilyenkor viszont folyamatos munkavégzéssel, váltott műszakban kell dolgozni éjjel-nappal. A munkakörülmények biztonságát jelentős mértékben növelik azok a speciális sugárformáló eszközök, amelyek volframból illetve urániumból készültek, valamint az ¹⁹²Ir forrásokat ellenőrzött továbbító pneumatikus rendszerek. A módszer előnye a megbízók számára a termelést nem akadályozó gyors ellenőrzési tevékenység. A munkavégzőknek viszont nagyon szervezetten és felkészülten kell kivonulniuk a helyszínre, hogy eredményesek legyenek.

A radiográfiai területen dolgozóknak egy pillanatra sem szabad megfeledkezniük munkájuk sugárveszélyes voltáról. Sajnos a Sugárzási Biztonsági szekciókban a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség képviselője előadásában [41] számos balesetről hallottunk beszámolt. Ugyancsak ő ismertette az Ügynökség Biztonsági Raporjtját [42], amely a biztonságos munkavégzés főmozzanatait foglalja össze. Ismeretes, hogy az Európai Unió 1996. május 13-án kiadta az új Európai Sugárvédelmi Standardok Direktíváját [43]. Ezeket az egyes nemzeteknek 2000 májusáig törvényerőre kell emelniük.

Összefoglalás

Ha visszagondolunk a konferencián kapott benyomásokra, a kiállítás sokszínűségére és megpróbáljuk összefoglalni a kapott információkat, ugyanazt tudjuk elmondani, mint amit az előző európai kongresszus után írtunk.

A vizsgálati technikák és módszerek finomodtak, jelentős változások történtek a hardverek fejlesztésében. A számítástechnika folytatta átalakító tevékenységét. Jelentősebb szerepet kapott az előző konferenciához képest a megbízhatósági kérdések tárgyalása. De most is csak azt a következtetést vonhattuk le, hogy az anyagvizsgálót nem helyettesítheti semmilyen tökéletes eszköz sem, hiszen neki kell döntenie az anyag további sorsáról.

Irodalomjegyzék

- [1] Fejlődési irányok a roncsolásmentes vizsgálatok területén a 6. ECNDT tükrében. Dr. Karsai István – Fücsök Ferenc, Anyagvizsgálók Lapja 1995. 2. szám. 43-49. oldal
- [2] System for Advanced Automated Ultrasonic Examination, S. Neergaard, S.E. Iversen. W. Damgaard Kristensen – FORCE Institute Denmark, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. 3040-3047. oldal
- [3] Robot System for Ultrasonic Examination of Complex Geometries., L. Vesth, P.B. Hansen, W-Damgaard Kristensen – FORCE Institute, Denmark, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. 3128-3133. oldal
- [4] First Evaluation of the Set (Rotating Excitation) EC Probe Designed for Fast SG Tubing Inspection. T. Sollier, H. Schepens, B. Benoist – CEA, J. Reuchet – IPSN, France, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. 1339-1346. oldal
- [5] Inspection of the Barrel Welds and Barrel/Former Bolts in the Pressurized Reactors. F. D'Annunzi. F. Bonitz – ABB Reaktor, Germany, T. Yamashita – Mitsubishi Heavy Industries, Japan. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. 1407.-1412. oldal
- [6] R. Roche: The History of the Certification of NDT Personnel in Europe. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., 508-513. oldal.
- [7] J. Thompson: Five Years of Experience of EN 45013, EN 473 and ISO 9712. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., 514-525. oldal

- [8] U. Kaps: Lacks and Gaps of EN 473. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., 526-535. oldal
- [9] D. Henning: Sense and Nonsense of Sectoral Certification of NDT-Personnel. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., 536-537. oldal.
- [10] D. de Groot: Practical Implications of the Revision of EN 473. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., 538-542. oldal.
- [11] H. Hoogstraete: EN 473/45013 Certificates are not the Ultimate Answer to Questions about Non-Destructive Testing. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., p. 543-545. oldal.
- [12] C. Eriksson: Why do We Need a National Certification System Like Nordtest when We Have the European Standard EN 473. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1., 546-549. oldal.
- [13] L. Gomersson: Two Years of Experience from NDT Qualification in Sweden. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2., 2013-2017. oldal.
- [14] T. Sjö: Experiences of Qualification Performed 1997 by TRC. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2., 2018-2020. oldal.
- [15] P. Lemaire, B. Eriksen, J. Whittle: Lessons Learned from the ENIQ Pilot Study. 7th ECNDT Proceedings, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2., 1998-2007. oldal.
- [16] Piezocomposite Transducers – a Milestone for Ultrasonic Testing., G. Spilit – Krautkrämer, Germany. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. 2965-2970. oldal
- [17] Airborne Ultrasonic Probes: Design, Fabrication, Application., W Gebhardt – Fraunhofer IZFP. W. Hillger, DLR. P. Kreier, Innostel., Germany. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. 3098-3105. oldal
- [18] Special Inspection Problems Solved by Means of Matched Ultrasonic Probe Design. W. Roye, U. Schlengermann – Krautkrämer, Germany., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. 3017-3022. oldal
- [19] The First Application of Imaging Plates to an Examination of Welded Joints., G. Rihtar – Inst. ZA Varilstvo, J. Rant – Josef Stefan Inst. Slovenia. 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. 1316-1323. oldal
- [20] A New Series of Metal/Ceramic X-Ray Tubes for Low Power Applications, C. Windeck, H. Warrickhoff / rtw Röntgen/Technik, Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2790.
- [21] High Energy 3D Tomography in NDT, Q.Günnewig, W. Nuding, C.Sauerwein- Sauerwein System-Technik, Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2750.
- [22] High Current Betatrons for Nondestructive Testing, V.A.Moskalev, V.V.Shashov-Tomsk Polytechnical Uni. Russia, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2771.
- [23] 75Selenium- Results from On-Site Radiography, R.Grimm, T.Kaftal-Isotopen- Technik Dr. Sauerwein, Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2681.
- [24] Industrial Application of Computed Radiography with Luminescence Imaging Plates, U.Ewert, Y.Onel, U.Zscherpel, J.Stade-BAM, Germany. P.Willems- Agfa Gevaert, Belgium, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2725.
- [25] New Possibilities in Neutron Radiography with Imaging Plates, J.Rant- J.Stefan Inst., J.Stade- BAM, Germany. M.Balasko-KFKI Hungary, M.Kaling, FUJI, Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2763.
- [26] A System for Quality Assurance for Industrial X-Ray Films, J.Stade, U.Ewert-BAM, Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2808.
- [27] X-Rays Image Segmentation for NDT of Welding Defects, Y.Cherfa, Y.Kabir, R.Drai-Scientific Research Centre in Welding and NDT CSC, Algeria., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2782
- [28] Suitability of Gadolinium Based Systems for X-Ray Real Time Radiography. B.Venkatraman, T.Jayakumar, P.Kalyanasundaram, Baldev Raj-IGCAR, India., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2701.
- [29] High- Sensitive X-Ray Systems of Testing and Diagnostics, V.K.Kuleshov, V.N.Lanshakov, L.E.Kovalyova-Introsopy,Russia., 7th ECNDT Proceedings, p. 2796.
- [30] Geometrical Magnified 3D X-Ray Tomography, A.Altar, A.Notea-Technion, Israel Inst. Of Technology, Israel., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2734.
- [31] CT of High Performance for the Inspection of Large Objects, C. Sauerwein, S. Schekira, H.Wiacker-Sauerwein System-Technik, Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2842.
- [32] Phase-Contrast X-Ray Microtomography, D.Van Dyck, A.Sassov, E.Claes, T. Ceulemans- RUCA,Belgium, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p. 2831.
- [33] Applicability of CR for corrosion and Wall Thickness Measurements, P.Willems, B. Vaessen- Agfa Gevaert, Belgium.W.Hueck,VEBA Öl, 7th ECNDT Proceedings, p. 2774.
- [34] Wall Thickness Estimation from Digitized Radiographs, U.Zscherpel, C.Bellon- BAM. R.Nimtz-HEW.Germany, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p.2819.
- [35] High-Resolution Microlaminography, A.Sassov-SkyScan, Belgium, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 3. p.2826.
- [36] Use of Mobile Real-Time Radioscopic Systems for Inspection of Nuclear Waste Samples, V.Alreja, J.Weber- V.J. Technologies, USA., 7th ECNDT Proceedings, p. 2868.
- [37] Combined Dynamic Neutron Radiography and Thermovision in Development of Absorption-Type Aggregators, M.Balaskó-Atomic Energy Research Inst. E.Sváb-Research Inst. For Solid State Physics.I.Cserhát-Electrolux.Hungary, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. p.1564.
- [38] Study of Complex Composite-Metal Structure with Dynamic Neutron Radiography and Vibration Diagnostics, M.Balaskó- Atomic Energy Research Inst. G.Endrőczy-Research Inst. Particle and Nuclear Physics.G.Makai. J.Járkás Inst.of Aero.Eng.Hungary., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 1. p. 341.
- [39] Radiography Investigations Combined with Vibration Diagnostics and Acoustic Emission in the Development of Refrigerators, M.Balaskó-Atomic Energy Research Inst. E.Sváb,G.Endrőczy. A.Péter I.Szikra.Hungary, 7th ECNDT Proceedings, p. 1088.
- [40] The Small Controlled Area Radiography (SCAR) System, A.McNulty, J.McNab-OIS Internat, Inspection, UK., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. p. 2125.
- [41] Accidents in Industrial Radiography and Lessons to be Learned, IAEA Safety Report, M.Orsegun- IAEA, Austria K.Roughan – Amersham, USA.E.Seguín-AECB,Canada., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. p. 1934.
- [42] Radiation Safety in Industrial Radiography: IAEA Safety Report, M.Orsegun IAEA,Austria., 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. p. 1942.
- [43] The New European Radiation Protection Standards Directive, K.E.Schuer European Commission DGXI. Luxemburg, 7th ECNDT Proceedings, Vol. 2. p. 1956.

Bevonatok fényességének műszeres vizsgálata

A felületek megjelenésének egyik legismertebb és legfontosabb jellemzője a fényesség. Elsősorban olyankor, amikor lényeges az esztétikus megjelenés. Vizsgálata történhet vizuálisan és mérőműszerrel. A korszerű minőségbiztosítás mindinkább megköveteli, hogy vizsgálataink eredménye egyértelmű – így mérőszámmal kifejezhető – legyen. Ezen vizsgálati módszer mérés technikai háttérének kifejtése századunk első felében kezdődött meg.

Felületek fényvisszaverő sajátosságai

A közvetlen (direkt) megvilágított felületek a milyenségüktől függően különbözőképpen viselkedhetnek (1. ábra):

Fényesség: direkt visszaverődés.

Az erősen fényes felületről a visszavert fény a fényvisszaverés törvényeit követi (beesési szög = α = visszaverődési szög). (1/a. ábra)

Szín: diffúz visszaverődés.

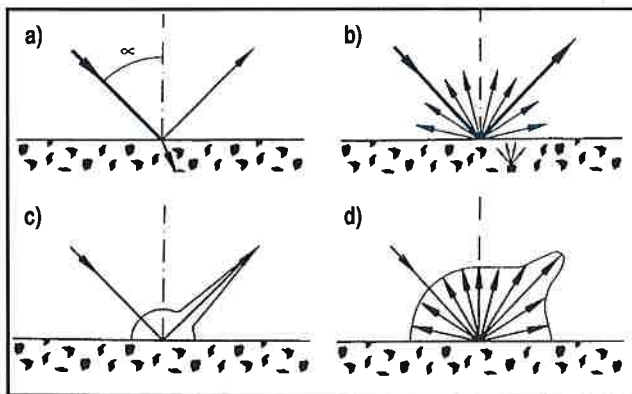
A megvilágító fény egy része áthatol a felületen és különböző részecskéken (pl. pigmenteken) elnyelődik illetve visszaverődik. (1/b. ábra) Ez okozza a színt.

Homályosság

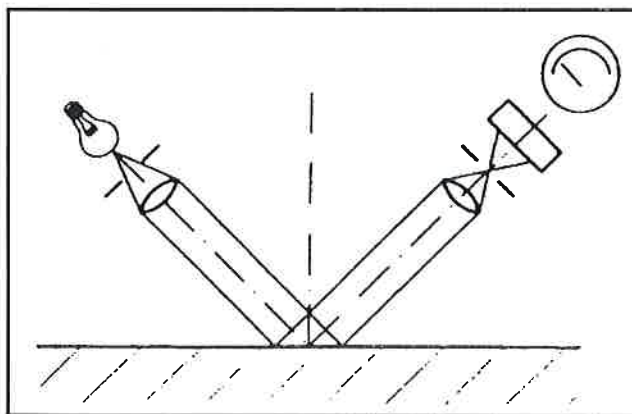
A visszavert fény túlnyomó része a visszaverődés irányába reflektálódik, míg a kisebbik része a visszaverődés irányához kapcsolódó irányokba szóródik. (1/c. ábra) Ez a kis intenzitású szórt fény okozza a homályosságot. (ld. még fátyolosság).

Matt felület

Ebben az esetben a fény nem csak a visszaverődés fő irányába verődik vissza, hanem minden irányba. Minél egyenletesebb ez az eloszlás annál kevésbé látszik fényesnek a felület. (1/d. ábra)



1. ábra. Felületek fényvisszaverő sajátosságai



2. ábra. A fényességmérés elve

Hogyan mérjük a fényességet?

A reflektométernek a felületről visszavert fényét mérjük egy, a rekesz által korlátozott szögtartományban. Az érzékeny áthaladó fényt fotoelektromos detektor érzékeli. (2. ábra)

Az ábra alapján egyértelmű, hogy melyek azok a paraméterek, amelyek befolyásolják mérési eredményeinket:

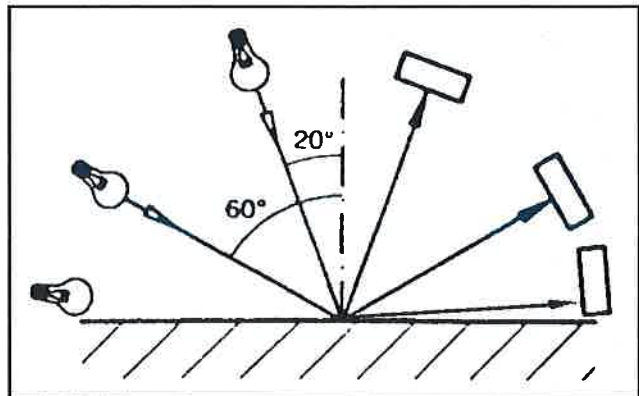
- a mérőműszer típusa, konstrukciója (pl. a fényforrás, a detektor, az optika),
- a megvilágítás szöge,
- a műszer kalibrálása,
- a vizsgált felület jellemzői.

Szabványosítás

A mérést leíró nemzetközi szabványok (ISO 2813, ASTM D523, DIN 67 530) természetesen a mérést befolyásoló tényezők alapján rögzítik a mérőműszert, a kalibrálást, a felület és a mérési eljárást jellemzőit.

Mérőműszer

A szabvány a mérési geometriát, a fényforrást, a detektort (érzékenység) és a rekesz méreteit szabályozza. A megvilágítás szöge nagymértékben befolyásolja a mérési eredményeket. Annak érdekében, hogy a fényes felületről a mattig a teljes tartományt ki lehessen értékelni a festék- és lakkiparban három megvilágítási szöveget definiálnak (3. ábra):



3. ábra. Szabványosított mérési geometria

- 20 fok – erősen fényes felületekhez,
 - 60 fok – közepesen fényes felületekhez,
 - 85 fok – matt felületekhez.
- Más iparágak specifikációi:
 45 fok – a kerámia- és műanyagiparban,
 75 fok – papíriparban (TAPPI).

Kalibrálás

A reflektométerrel mért R' érték viszonyított érték. A mérési eredmények egy fényesre polírozott 1,567 törésmutatójú fekete üvegre vonatkoznak, amelyek definíciószerű fényessége 100. A szabványos tűrés maximum +/-1 egység.

Felület

A pontosság és ismételhetőség érdekében a vizsgált mintának simának, struktúra mentesnek, hasonló színűnek és világosságúnak, valamint lumineszcencia-mentesnek kell lennie.

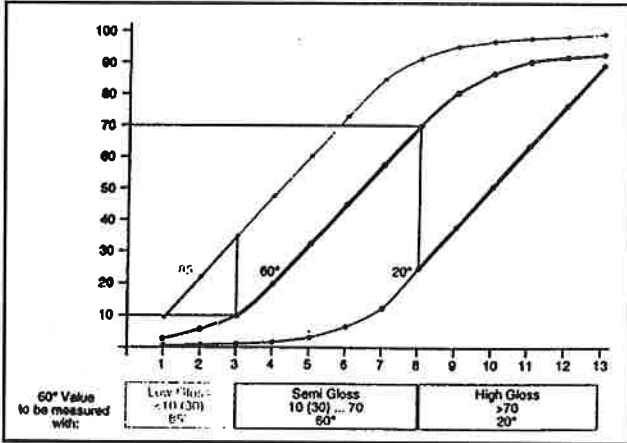
Mérési eljárás

Az előzőekben, leírtak szerint a festék- és lakkiparban a három geometriás univerzális készülékek a legmegfelelőbbek.

Felmerül a kérdés: mikor milyen geometriai elrendezéssel mérünk?

A megfelelő geometria kiválasztásának illusztrálására a következő kísérletet végezték:

Tizenhárom fekete üveghasábot a mattól (1) a legfényesebbig (13) sorba tették, majd 20, 60 és 85 fokos megvilágítással végigmérték. A mérési eredményeket diagramban ábrázolták. (4. ábra) Jól látható, hogy az alacsony fényességű mintáknál a 85 fokos geometria biztosítja a megfelelő linearitást és a legnagyobb leolvasási pontosságot, míg a magas fényességű felületeknél a 20 fokos geometria a legoptimálisabb. A köztes széles tartományra a 60 fokos geometria alkalmazható.



4. ábra. A helyes mérési geometria tartományai

Ennek alapján a háromgeometriás mérés elvégzésének módja a következő:

1. A mintát mérjük meg 60 fokon.
2. A 60 fokos elrendezést akkor kell választani, ha a leolvasott érték 10 és 70 fok közé esik.
2. Ha a 60 fokkal mért fényesség 70-nél nagyobb, úgy a 20 fokos elrendezést kell alkalmazni.
2. Ha a 60 fokkal mért fényesség 10-nél (a DIN szerint 30-nál), úgy a 85 fokos geometriát kell alkalmazni.

Természetesen a fényesség mérésekor is érvényes az 'egy mérés nem mérés' elv. A mérési eredmények megadásának módjára egy példa: $R' (20) = 55 \pm 1$

Készülékek a fényesség mérésére

Ideális megoldás közvetlenül a mintán történő mérésre az egygeometriás (választható) MICROGLOSS, a háromgeometriás (20/60/85) TRI-MICROGLOSS, valamint az olcsó egygeometriás (60) MINIGLOSS.

A készülékek hordozhatók, könnyedén elférnek pl. a laborköpeny zsebében.

A MICROGLOSS készülékek főbb jellemzői:

- automatikus kalibrálás,
- a házba beépített kalibráló etalon,
- memória, beépített statisztika (átlag, szórás),
- RS 232 kimenet, opcionális szoftver,
- akkus üzemmód.

A MINIGLOSS készülék

(5. ábra) főbb jellemzői:

- automata kalibrálás,
- a mérőlemezre beépített kalibráló etalon,
- akkus üzemmód.



5. ábra. A MINIGLOSS fényességmérő

Problémák a fényesség mérésekor

Kalibrálási hibák

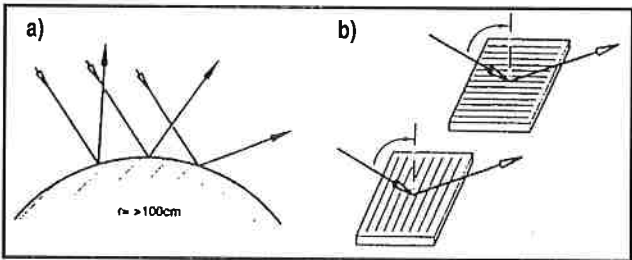
Amennyiben a kalibráló etalon piszkos, karcos, öregedett, úgy az kalibrációs hibákhoz vezethet. Ez a hiba kiküszöbölhető, ha az egygeometriás MICROGLOSS vagy ha a háromgeometriás TRI-MICROGLOSS készüléket alkalmazzuk, mivel a kalibrációs etalon egy biztonsági házba van beépítve.

Görbült felületek

A felületi görbület nagymértékben befolyásolja mérési eredményeinket (6/a. ábra). A geometriai elrendezéstől és a fényesség mértékétől függően egy 100 cm-nél kisebb sugarú görbület már hatással van a mért értékre.

Struktúrák

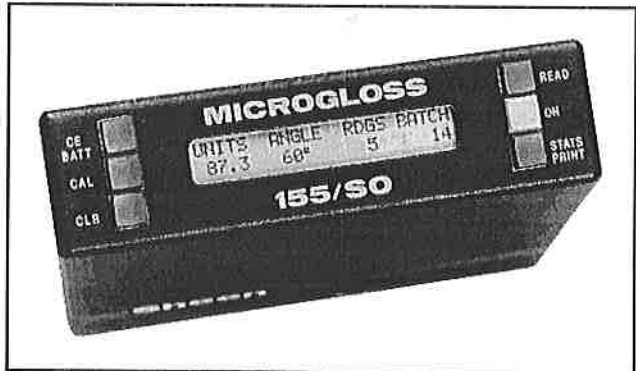
Amennyiben a vizsgált felület szabályosan strukturált, úgy különböző mérési irányok alkalmazása esetén különböző mérési eredményeket kaphatunk (6/b. ábra). Ilyenkor fontos a mérési irány megadása! Szabálytalan struktúrák esetén (pl. műbőr) viszonylag nagy eltérések tapasztalhatók.



6. ábra. A görbületi sugar (a) és a felületi struktúra (b) hatása a mérésre

Mérési felület

Amennyiben egészen kis felület áll rendelkezésükre, úgy a MICROGLOSS SO (small orifice) készülék (7. ábra) használata javasolt. Ezzel a készülékkel 2 mm²-es mérési felület már vizsgálható.



7. ábra. MICROGLOSS 155/SO fényességmérő

Problémák erősen fényes felületek mérésekor

Erősen fényes felületek vizuális vizsgálatok eltérő megjelenést tapasztalhatunk akkor is, ha a 20 fokos fényességmérővel azonos, vagy közel azonos értéket mérünk. Ennek a jelenségnek az oka az emberi szem által is érzékelhető szórt fény. Normál fényességmérővel ez nem mérhető.

A szórt fény okai lehetnek egyrészt a hosszú távú struktúrák (pl. narancsbőr), másrészt a rövid távú struktúrák (pl. a közvetlen felület alatt található mikroszkopikus részecskék). Ezen jellemzők mérésére külön készülékek állnak rendelkezésre.

Mohácsi Gábor

TESTOR Anyagvizsgálat-Méréstechnika

Műanyagok vizsgálóberendezései

Napjainkban egyre nagyobb teret hódít a műanyagok felhasználása. Az elmúlt évtizedben rohamosan növekedett a műanyagok alkalmazása mind az iparban, mind a fogyasztási cikkek területén. Ez gerjesztette azt az igényt, hogy mind nagyobb súlyt fektessenek világszerte a műanyagipari vizsgálatokra és azok berendezéseire.

CEAST laboratóriumi műszerek

A CEAST S.p.A. műanyagipari vizsgálóberendezésekre szakosodott olasz cég. Tevékenységét 45 éve végzi, s ezen idő alatt igen jó nevű és elismert műszergyártóvá vált.

Terveink szerint **jövő év májusában egy fórumot szervezünk** azon olvasóink számára, akik a műanyagipar iránt érdeklődnek. Ezt a műszerbemutatóval egybekötött fórumot előkészítendő, a mostani számtól kezdődően egy cikksorozatot indítunk, mely ezen témát szándékozik „körbejárni”, mégpedig a következő csoportosításban:

- **Minta-előkészítő berendezések**
- **Mechanikai és fizikai tulajdonságok vizsgálatára alkalmas mérőberendezések**
- **Elektromos és egyéb tulajdonságok vizsgálatára alkalmas műszerek**

Ezzel párhuzamosan már most szeretnénk felmérni a jövő évi rendezvényünk iránt várható érdeklődést. Ezt elősegítendő **kérjük, töltsék ki a mellékelt adatlapot, és küldjék vissza** az azon található címre vagy fax számra.

Minta-előkészítő berendezések

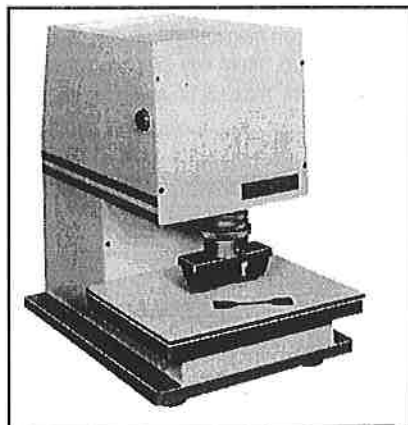
Mint ismeretes, a vizsgálatok zömét szabványban rögzített méretű és geometriájú mintákon kell végrehajtani. Ezen minták előállításához jelenthetnek nagy segítséget a minta-előkészítő berendezések:

- **Mintakivágók:** mechanikus és pneumatikus működtetésűek
- **Kontúrkivágók** (számítógép-vezérelt mintakimunkáló forgácsológépek)
- **Bemetszők** (ütőművi próbatestek mintabemetszésének elkészítésére)
- **Berepesztők** (kezdeti repedés létrehozása bemetszett mintákon)

Mintakivágók

A legegyszerűbb minta-előkészítők a hagyományos mintakivágók, melyek lehetnek kézi vagy pneumatikus elven működőek. Ezek általában lágyabb anyagok (gumi, műanyag fólia stb.) esetén alkalmazhatók. A beren-

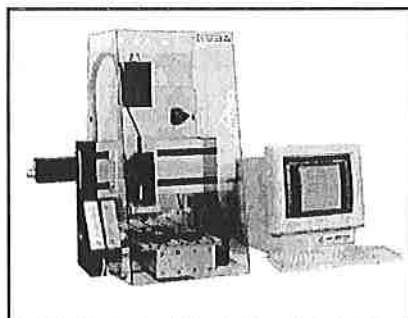
dezésre különböző alakú és méretű kivágókészletek szerelhetők fel. (1. ábra)



1. ábra

Kontúrkivágók

Keményebb, vastagabb alapanyagok esetén a minták kivágása forgácsolással történhet. Az erre a célra kialakított mini-forgácsológép működése leginkább egy CNC megmunkológéphez hasonlítható. A berendezés számítógéppel vezérelt, a kívánt minta geometriáját programban el lehet tárolni illetve a számítógép segítségével meg lehet tervezni. (2. ábra)



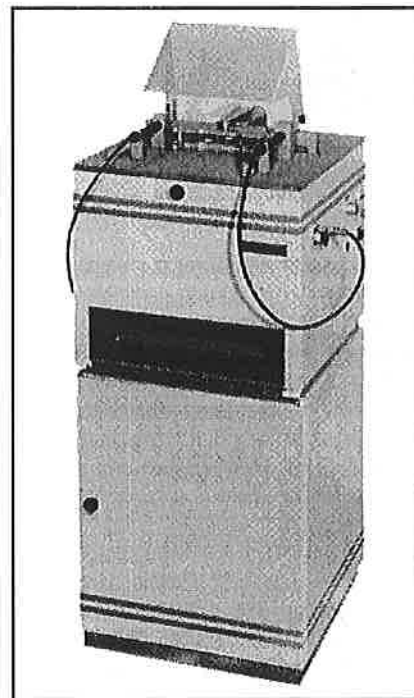
2. ábra

Másolómarógép

Elsősorban kemény vagy szálerősítéses anyagokhoz használatos. Egy mesterdarabról vagy másik mintadarabról tud másolatot készíteni forgácsolással. (3. ábra)

Mintabemetszők

Ezek a berendezések főként az ütővizsgálatokhoz használatos bemetszett minták elkészítéséhez szükségesek. Többféle opcionális lehetőség létezik a minta darabszámának függvényében. Ezek közül legegyszerűbb a manuális, kézzel hajtott kialakítás. Ebben az esetben az alternáló vágómozgást egy excenter tárcsa körbeforgatásával hozzuk létre, az előtoló mozgást pedig egy mikrométerrel mozgató tárgyasztal segítségével adjuk. Lehető-

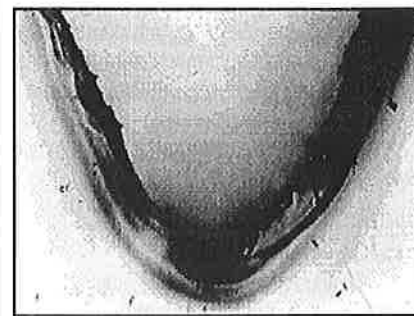


3. ábra

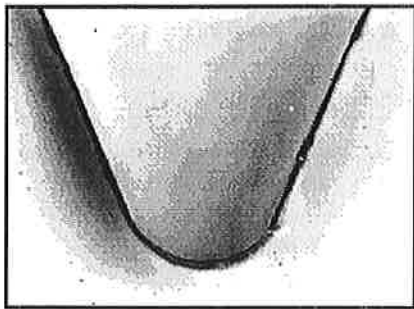
ségünk nyílik egyszerre 5 db minta bemetszésére (max. 3.17 mm/db vastagság esetén). A mikrométer egyúttal a bemetszés mélységét is méri. Az egyik változatnál a mikrométer digitális kijelzésű, nullázható, mely lényegesen egyszerűbb leolvashatóságot tesz lehetővé.

Az előbbieken ismertetett berendezés létezik elektromotoros meghajtással is. Ez részben kényelmesebb, könnyebben kezelhető megoldást jelent, másrészt a vágás sebessége egzaktul és fokozatmentesen beállítható a 0.2–0.7 m/s sebességtartományban. A maximális mintavastagság 25 mm lehet, amely lehetővé teszi egyszerre akár több minta befogását és megmunkálását. A próbatest előtoló mozgását kézzel, mikrométeres orsó segítségével lehet létrehozni, és annak nagysága az 0.01 mm osztású mikrométer skáláján vagy digitális kijelzőjén olvasható le. Egy ilyen bemetszőgép látható *lapunk címlapján*.

A helyes vágási és előtolási sebesség megválasztása és alkalmazása ezen minta-előké-



4. ábra



5. ábra

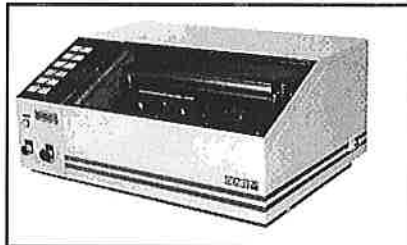
szító fázisokban igen lényeges szempont. Nem megfelelően megválasztott paraméterek esetén a vágókés felmelegszik és a bemetszés megolvadt, eltorzult alakúvá válik. Túl nagy előtolás esetén nemkívánt alakváltozások, repedések keletkezhetnek a bemetszés tövében, melyek legyengítik a vizsgálandó mintát. (4. ábra) Ennek következtében nem a tényleges mechanikai jellemzőket fogjuk a vizsgálat során mérni.

A berendezésekhez többféle, a vonatkozó szabványokban (ISO 179/180, ASTM D256, ISO 2818, ISO 8256, ASTM D5941/5942, DIN 53453, DIN 53435, DIN 53448, DIN 53753, BSI 2782/350, BSI 2782/359, UNI 6323 stb.) meghatározottaknak megfelelő kialakítású „állandó profilú” kivágókés illeszthető. Ezek az önélező kések biztosítják, hogy a bemetszés mindig az adott méretű, lekerekítésű és geometriájú lesz. (5. ábra)

Automata mintakivágó

Olyan laboratóriumokban, ahol igen nagy sorozatszámokban végeznek ütővizsgálatokat, nagy munkaóra ráfordítást igényel a minta-előkészítés, különösen ha figyelembe vesszük, hogy törekedni kell a reprodukálhatóság által megkívánt fokozott pontosságra.

Ezt nagyban megkönnyítheti egy automata mintabemetsző, mely egy ciklusban max. 56 db, egyenként max. 3.17 mm vastag minta



6. ábra

bemetszését képes elvégezni igen nagy sebességgel és pontossággal. A vágási sebesség 2–64 m/min, mely lényegesen nagyobb, mint a nemzetközi szabványok által megkövetelt (12–20 m/min). A berendezés kijelzi a bemetszés mélységét a maradék mintaszélességet. A mintabemetszés sebessége függ a beállított vágási sebességtől és a bemetszés mélységétől. Egy speciális forgató mintaadagoló segítségével akár kétoldali mintabemetszés is kialakítható próbatest-sorozat esetén is. (6. ábra)

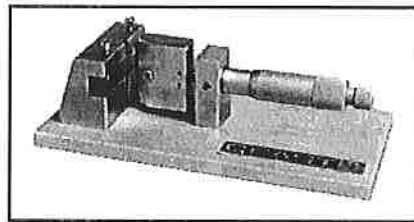
Mintabevágó

Ezeket az eszközöket elsősorban kezdeti repedés vagy éles bemetszés létrehozására használják a már bemetszett mintán a bemetszés tövében. A bevágás, berepesztés mélysége mikrométerrel mérhető. (7. ábra)

Összefoglalva tehát azt mondhatjuk, a minta-előkészítés igen lényeges, az egyszéres mérés hitelességét és pontosságát nagyban befolyásoló fázisa a laboratóriumi vizsgálatoknak. Ezért lényeges, hogy a minta előkészítését úgy, és olyan berendezésekkel végezzük, ahogyan azt az ide vonatkozó (és cikkünkben megemlített) szabványok előírják. Csak akkor várható el a vizsgálatok ismételtetősége és pontossága, ha kellő körültekintéssel végezzük a vizsgálandó minták előkészítését.

A következő számban a műanyagiparban használatos mechanikai vagy fizikai tulajdonságok vizsgálatára alkalmas berendezésekkel és a mérések elvével fogunk foglalkozni.

Tóth Péter – Testor Bt.



7. ábra

HÍREK

Együttgondolkodás a törésről

A kontinuum-mechanika és az anyagtudomány művelőinek szűk csoportja 1998. június 12-13-án Bükkszentkereszten áttekintette azokat a lehetőségeket, amelyekkel erősíteni és koordinálni lehetne hazánkban a két tudományterület határterületi kutatásait a fémek anyagok területén. Az együttgondolkodás formális kereteit az OTKA T-025428: A törés mikro- és makrofolyamatai leírásának összekapcsolása című kutatási téma az 1998-2000. évekre biztosítja. A jelenlévők röviden áttekintették

– az anyagtudomány fejlődési trendjeit, különös tekintettel a mikro-szerkezet és a kontinuum-mechanika összekapcsolására kialakult trendeket;

– a kontinuum-mechanika modelljeinek és numerikus módszereinek alkalmazásával kapott eredményeknek a műszaki szemlélet formálásában, alakításában játszott döntő szerepét;

– a károsodásmechanika alkalmazási lehetőségeit az anyagszerkezeti sajátosságok figyelembevételére szívós törés esetén;

– az üregképződési és növekedési mechanizmussal végbemenő károsodások kontinuum-mechanikai tárgyalásának lehetőségeit;

– a közös tevékenység területeit, irányait és lehetséges formáit.

A jelenlévők célszerűnek ítélték

– a kontinuum-mechanika és az anyagtudomány határterületei hazai kutatásainak megerősítését a nemzetközi trendek figyelembevételével;

– a határterületi kutatások kölcsönös támogatását és koordinálását azzal, hogy törekszenek az e területet érintő PhD-dolgozatok és diplomatervek közös konzultálására;

– az elért eredmények hazai megismertetésére időszakosan rendezvényeket (konferenciákat, szemináriumokat stb.) szervezzenek;

– az időszakos rendezvényeket megelőzően olyan írásos anyag

összeállítását, amely elősegíti a két tudományterület közös fogalomrendszerének a kialakítását és használatát;

– jelen megbeszélésről széles körben tájékoztatni a kontinuum-mechanika és az anyagtudomány hazai művelőit.

A következő rendezvény tervezett időpontja 1999. vagy 2000., és megszervezését a Miskolci Akadémiai Bizottság Gépészeti Szakbizottságának a mechanikát és az anyagtudományt művelő szakemberei közösen végzik. E rendezvényt megelőzően a közös tevékenységet elősegítő kiadvány összeállítása indokolt Anyagszerkezettani modellek és a kontinuum-mechanika címmel. Ennek tervezett tematikája:

1. A kontinuum-mechanika felépítése
2. Numerikus módszerek a kontinuum-mechanikában
3. A kontinuum-mechanika anyagegyenletei
4. A hazánkban használatos programcsomagok anyagegyenletei
5. Az anyagok mikroszerkezete
 - A diszlokáció-elmélet alapjai, egykristályok alakváltozása
 - Polikristallin fémek rugalmas és képlékeny alakváltozása
6. Az anyagszerkezeti modellek figyelembevételének lehetőségei az anyagegyenletekben
7. A károsodásmechanika alapjai

Bármilyen észrevételt, javaslatot örömmel vár a résztvevők nevében: Tóth László. Fax.: (46)–369–438, e-mail:

tlaszlo.alpha@bzlogi.hu vagy mettoth@gold.uni-miskolc.hu

Tóth László

A megbeszélés résztvevői: Prohászka János, Kozák Imre, Páczelt István akadémikusok, Tóth László a műszaki tudomány doktora, Dévényi László, Horváthné Varga Ágnes, Lenkeyné Bíró Gyöngyvér, Králics György, Nagy Gyula, Szeidl György a műszaki tudomány kandidátusai, Fekete Tamás, Fülöp Tibor PhD és Kovács Rita doktorandusz hallgató.

Hat arzén módosulat speciációja – Arzén specieszek atomfluoreszcens jelének a vizsgálata

Mester Zoltán – Fodor Péter*

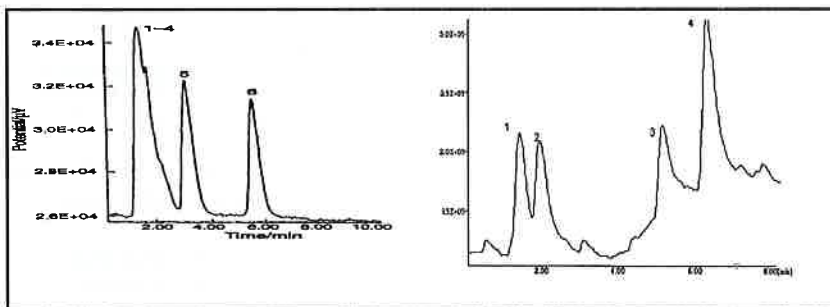
Az analitikai rendszer jellemzői

Laboratóriumunk az elmúlt években kidolgozott egy olyan analitikai rendszert, amely alkalmas a környezetünkben leggyakrabban előforduló arzén módosulatok meghatározására. Ezek az arzén módosulatok az arzenit (AsIII), arzenát (AsV), monometil-arzénsav (MMA), dimetil-arzénsav (DMA), arzenobetain (AsBet), arzenokolin (AsCo). A specieszek toxicitásáról nyújt információt az 1. táblázat, ahol a különböző As módosulatoknak az LD50 értékeit foglaltuk össze. (LD 50 az a dózis, amely a kísérleti állatok 50%-ának pusztulását eredményezi.)

A specieszek meghatározásának az első lépése egy HPLC-s elválasztás, amely az AsIII, AsV, MMA, DMA esetében ionpárokromatográfia, az AsBet és az AsCo esetében kationcserés kromatográfia.

1. táblázat. Hat arzén módosulat LD50 értékei

Vegyület	LD ₅₀ (mg.kg ⁻¹)
Arzin	3
Nátrium-arzenit	14
Arzén-trioxid	20
Kalcium-arzenát	20
Fenil-arzonsav	50
Monometil-arzénsav (MMA)	700-1800
Dimetil-arzénsav (DMA)	700-2600
Strychnin	16
Aszpirin	1000-1600
Arzenobetain (AsBet)	>10000
Arzenokolin (AsCo)	>10000



1-2. ábra. Hat As módosulat kromatogramja
(1=AsIII, 2=DMA, 3=MMA, 4=AsV, 5=AsCo, 6=AsBet)

A detektálás mindkét esetben egy diszperzív atomfluoreszcens detektorral történt (AFS). A detektor és a HPLC rendszer között a kapcsolatot a az ionpárokromatográfiai rendszer esetén, egy folyamatos hidridképző egység jelentette, ellenben a másik rendszernél egy nagy hatékonyságú ultrahangos porlasztó (USN), amely egy deszolváló egységgel is ki volt egészítve. A két rendszer működését optimáltuk és az így kapott működési értékek az [1–3, 8] publikációban találhatók.

* Kértészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kémia és Biokémia Tanszék
1114 Budapest, Villányi út 29.
zmester@hoya.kee.hu, fodorp@hoya.kee.hu

Az ezek között az optimális körülmények közt felvett kromatogramokat látjuk az 1. és 2. ábrán.

A rendszerek kimutatási határait illetve szórásait mutatjuk be a 2. táblázatban.

2. táblázat. Hat arzén módosulat kimutatási határa és meghatározásának a szórása

Arzén módosulatok	Kimutatási határ [ng]	Szórás [%]
Arzenit (AsIII)	0.4	3.2
Dimetil-arzénsav (DMA)	0.8	2.9
Monometil-arzénsav (MMA)	0.6	4.3
Arzenát (AsV)	1.2	4.5
Arzenobetain (AsBet)	6.7	2.8
Arzenokolin (AsCo)	8.2	3.4

A kidolgozott analitikai rendszerek kimutatási határai és megbízhatóságuk révén alkalmasak környezeti minták arzén módosulatainak az analizésére.

Az módosulatok vizsgálata közben számos érdekes probléma vetődött fel. Ezek közül a továbbiakban a különböző As specieszeknek az AFS detektorban mutatott eltérő viselkedéséről írunk.

Az As speciáció területén jellemző csatolások a HPLC-ICP/AES, HPLC-ICP/MS, HPLC-AAS, HPLC-AFS.[4-6]. Ezeknél a kapcsolásoknál a különböző As módosulatok eltérő érzékenységgel válaszjele a detektálás során nem jelent gondot, ugyanis itt a különböző módosulatok időben egymástól elválvá jelentkeznek. A klasszikus spektroszkópai

technikákban ugyanis egy időben jelennek meg a detektorban a mintákban előforduló As módosulatok, azonban az elem-specifikus detektorokban jelentkező válaszjel, nem más mint a különböző specieszek válaszjeleinek összege. A kérdés azonban az, hogy ilyen ismeretlen speciesz összetételű mintákra, hogyan lehet kalibrálni az analitikai rendszert?

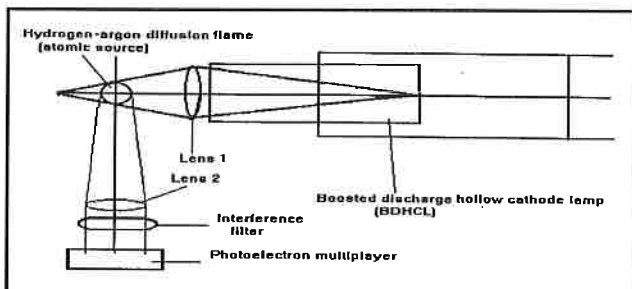
Az eltérő karakterű válaszjel problémája elsősorban azoknál a spektroszkópai rendszereknél jelentkezik halmozottan, ahol az atomforrásba jutást megelőzi egy elválasztási technika (pl:hidridfejlesztés, grafitkemencés atomabszorpció) illetve a detektor atomforrása kis energiájú. (Vizsgálataink szerint a különböző szerves és

szervetlen arzén specieszek GF-AAS jelében esetenként akár 30-40% eltérés is mutatkozhat.)

Tipikusan egy kis energiájú atomforrásnak tekinthető az általunk használt AFS detektor, ahol az atomforrás egy hidrogén argon diffúziós láng, melynek a térfogata kb. 1 ml, és a hőmérséklete alacsony: 400-500 °C. A gerjesztőforrás egy boosted vájtáktód lámpa, amely a közönséges vájtáktód lámpától a nagyobb intenzitásban tér el. A 3. ábrán gerjesztőforrás, az atomcella és az érzékelő elhelyezkedését látjuk.

A fluoreszcens jelet érzékelő fotoelektronsokszorozót, egy interferencia szűrő előzi meg, vagyis a a készülékünk optikai rendszere viszonylag egyszerű, nem tartalmaz monokromátort. [7.] Ez egy olyan AFS,

amely nem csak egy hullámhosszon észlel (nondiszperzív), hanem a speciális szűrőnek köszönhetőleg kb. 190 nm-től 220 nm-ig folyamatosan. Ebből következik, hogy az As fluoreszcens vonalai közül is többet érzékel. Ezek a 189.04 nm, 193.76 nm, 197.26 nm-es hullámhosszak. Ezek a rezonancia fluoreszcencia hullámhossz értékei, vagyis a gerjesztőforrás hullámhosszával megegyező hullámhosszúságú fluoreszcens fény emittálódik.



3. ábra. Az AFS vázlatos szerkezete

A kalibrációt befolyásoló tényezők vizsgálata

Az atomfluoreszcens technikák leírásából jórészt hiányzik a kalibrációs viszonyok taglalása a nagy koncentráció értékeknél. Pedig az itt fellépő önabszorpciós jelenség az analitikai eredmények helyes értelmezéséhez elengedhetetlen. Az irodalomból hiányzik a különböző As módosulatok eltérő fluoreszcens jelének, a kalibrációjuk alakulásának kritikai értékelése.

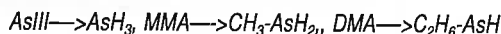
Tanulmányunkban arra kerestük a választ, hogy hogyan alakulnak a különböző As módosulatok kalaibrációs görbéi AFS detektálás esetén, nagy koncentrációk mellett. [9]

A kalibrációs görbe jellemzésére sok esetben a telítési pontot használtuk, amelyek adott geometriai, gerjesztési és atomizálási körülmények között azt a koncentráció értéket jelöli, amelyre maximális a fluoreszcens válaszjel értéke.

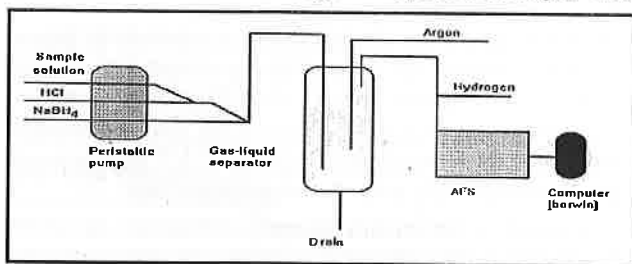
Ezen érték meghatározására használható a kalibrációs görbe deriváltja, és ahol az első derivált értéke 0, ott van maximuma a görbének. De mi a könnyebb kivitelezhetőség okán grafikus kiértékelést alkalmaztunk, amely alkalmasnak bizonyult a kellő biztonságu kiértékelésre.

A kísérleti rendszer

Az As speciszek fluoreszcens jelének vizsgálatához a 4. ábrán látható rendszert építettük fel. Ezzel a rendszerrel három As módosulatot illetve azok hidridjeit vizsgáltuk, ezek a következők voltak:



A hidridfejlesztés optimális paramétereit a korábbi vizsgálataink eredményei szolgáltatták. [3.] Az As módosulatok fluoreszcens jeleinek vizsgálatához az atomforrásba juttatás eszközeként azért használtunk hidridfejlesztést, mert vizsgálataink és az irodalom szerint a különböző porlasztásos eljárások ugyan valamivel stabilabbak, de hatásfokuk csak tört része a hidridének. További szempont volt, hogy a hidridfejlesztés során képződő As hidridek minőségileg jól azonosíthatók. Vagyis pontosan ismert az a kémiai forma ahogy az As speciszek a lángba jutnak.



4. ábra. A folyamatos hidridfejlesztő és az AFS kapcsolásának sémája

Ahhoz, hogy pontos (mennyiségi) információknak legyen arról mennyi As molekula jut az atomforrásba, először is meg kell határozni a különböző As speciszek hidridképződésének a hatásfokát. Ez volt vizsgálataink első lépése.

A hidridfejlesztés hatásfoka

A vizsgálatot úgy végeztük, hogy különböző koncentrációjú AsIII, MMA, DMA juttatunk a folyadék-gáz szeparátorba és mértük a „drain” As tartalmát. Vizsgálataink eredménye alapján elmondható, hogy a vizsgált koncentráció tartományban 0.1-től 10 g/ml-ig, mindhárom As specisz hidridképződésének a hatásfoka közelítőleg független a kiindulási As oldat koncentrációjától. A hidridképződés hatásfoka az AsIII estén 97%, MMA esetén 95%, DMA esetén 97% volt és a szórások 1% alatt voltak.

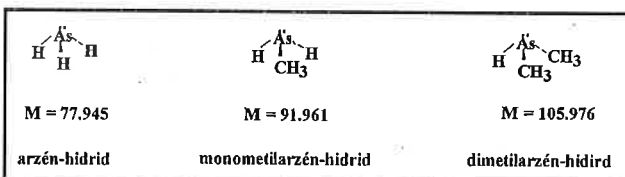
A különböző As speciszek hidridjeinek MS vizsgálata

Ennél a vizsgálatnál arra kerestük a választ, hogy az irodalom által leírt As hidridek képződnek-e valójában – különböző As módosulatokból – és milyen arányban.

Ezt a vizsgálatot úgy végeztük el, hogy az 3. ábrán látható folyadék-gáz szeparátor után egy gázmintavevő hengert csatlakoztattunk, és ilyen hengerekben fogtuk fel a három különböző As vegyületből képződött hidrideket.

A három vegyületből fejlődött hidridgázokat tömegspektrometriás (MS) analízisnek vetettük alá. Vizsgálatainkat először pásztázó üzemmódban végeztük és megállapítottuk, hogy mind a három As hidrid tömegénél van jel. A 5. ábrán látható a három különböző hidrid szerkezeti képlete illetve tömegszáma.

A továbbiakban ennél a három tömegszámánál szelektív ion üzemmódban vizsgáltuk a gázmintákat, ugyanis ez biztosított az analízishez kellő érzékenységet. Vizsgálataink eredménye azt mutatta, hogy az egyszer metilezett MMA-ból egyszer metilezett hidrid keletkezik, a 2-szer metilezett DMA-nak a hidridje is 2-szer metilezett és azt is tudjuk még, hogy csak ezek a hidridek keletkeznek, a mérési biztonságon belül.



5. ábra. Arzén hidridek szerkezete és tömege

Ezen vizsgálatunk eredményeképp már nem csak azt tudjuk, hogy mennyi As specisz jut el az atomforrásba, hanem azt is tudjuk, hogy pontosan milyen kémiai formában.

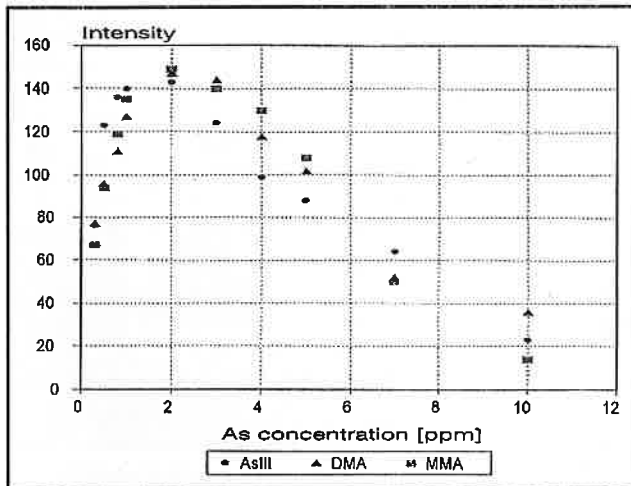
Az ilyen módon kivitelezett MS vizsgálat nem csak arra ad lehetőséget, hogy meghatározzuk a keletkezett hidrid szerkezetét, hanem arra is alkalmas, hogy hidrid keverékeket (vagyis olyan gázt, amelyben esetleg mindhárom hidrid előfordul) analizálva, a kiindulási As oldat specisz összetételére következtessünk. A módszer gyakorlati hasznosíthatóságának az igazolására olyan élesztőgomba extraktumokat vizsgáltunk, amelyek MMA-t, illetve AsIII-at tartalmaztak. A hidridfejlesztés és a hidridek MS analízise azt az eredményt adta, hogy a AsIII-tartalmú gomba hidridje csak AsH₃-at tartalmazott, a MMA-tartalmú gomba hidridje csak egyszer metilezett hidridet. Ennek a vizsgálatnak az ad nagy jelentőséget, hogy az As speciációs vizsgálatoknál az MS (önállóan, ICP nélkül) detektorként szerepelhet, illetve megfelelő csatlakozással kialakítható egy on-line As speciációs rendszer, amelyben As speciszek HPLC-s elválasztása, hidridfejlesztés után detektorként egy MS szerepel (HPLC-HG-MS). Egy ilyen rendszer kidolgozása természetesen még további vizsgálatokat igényel, azonban már ezen elővizsgálat eredményei azt mutatják, hogy az MS alkalmas detektor a

hidridekre. Az As specieszek HPLC-s elválasztása és az azt követő on-line hidridgenerálás közben tartottak tekinthető.

Kalibrációk a különböző As specieszekre

A 6. ábrán látható a három módosulat kalibrációs görbéje. (Mint látható a rutin mérési tartományban 1 ng/ml-től 1 µg/ml-ig a görbék lineárisak.) A görbéken feltüntetett koncentráció értékeket már a hidridképződés hatásfokának megfelelően korrigáltuk. (Tehát ezek a koncentrációk nem a kiindulási oldat értékei, hanem a ténylegesen az atomforrásba jutott anyagmennyiségek.)

A 6. ábrán látható, hogy a három As speciesz kalibrációs görbéjének lineáris tartománya különböző meredekségű, illetve azt tapasztaljuk, hogy a három As hidrid kalibrációjának telítési pontjai azonos körülmények között eltérnek. A telítési koncentráció értéke AsIII esetén 1.53 µg/ml, MMA esetén 2.15 µg/ml, DMA estén 2.40 µg/ml. Mivel a különböző hidridek eltérő kalibrációs görbéket adtak különböző telítési pontokkal, azonos gerjesztés mellett és azonos atomcella geometria mellett, ebből arra lehet következtetni, hogy az atomizáció hatásfoka a három speciesznél eltér, méghozzá oly módon, hogy az AsH₃-tól a dimetil hidridig csökken.



6. ábra. A három As módosulat kalibrációs görbéi

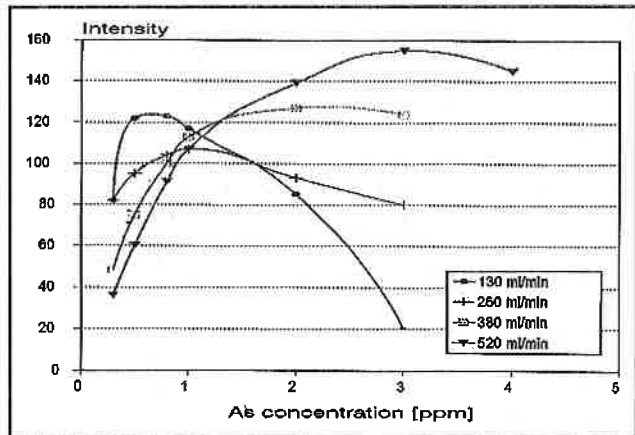
A 6. ábrát figyelve ugyanakkor szembeötlő, hogy a maximum értékek mindhárom görbe esetében szinte azonos jelintenzitás értéket képviselnek. Tehát adott körülmények között a maximális válasz értéke rendszerjellemzőnek tekinthető, független attól, hogy milyen As módosulattól származik.

A kalibráció függése az argon térfogatáramától

Ebben a rendszerben az argon sebességének a változtatása igen bonyolult hatást fejt ki. Az Ar sebessége ugyanis befolyásolja a láng térfogatát, a lángban tartózkodás idejét, a láng hőmérsékletét.

Kísérletünk során az argon térfogatáramát 130 ml/min-től 520 ml/min-ig változtattuk. A vizsgálathoz MMA hidridet használtunk. Vizsgálataink eredményét láthatjuk a 7. ábrán. Azt tapasztaljuk, hogy az argon különböző sebességeinél felvett kalibrációs görbék telítési pontjai eltérnek, a nagyobb argon sebesség mellett később következik be a telítés.

Ennek magyarázata abban keresendő, hogy egy adott időpillanatban a láng térfogatosságára kevesebb szabad atom jut. Mellesleg az argon korábban felsorolt hatásai mind ez irányba hatnak, ugyanis a nagyobb lángtérfogat esetén az egységnyi arzén mennyiség nagyobb térfogatban oszlik el, vagyis koncentrációja csökken. A tartózkodási idő csökkenése a nagyobb Ar sebesség mellett szintén az időegységre vetített szabad atom mennyiséget csökkenti. A nagy Ar sebességgel bekövetkező lánghőmérséklet csökkenés az atomizáció hatásfokát csökkentheti.



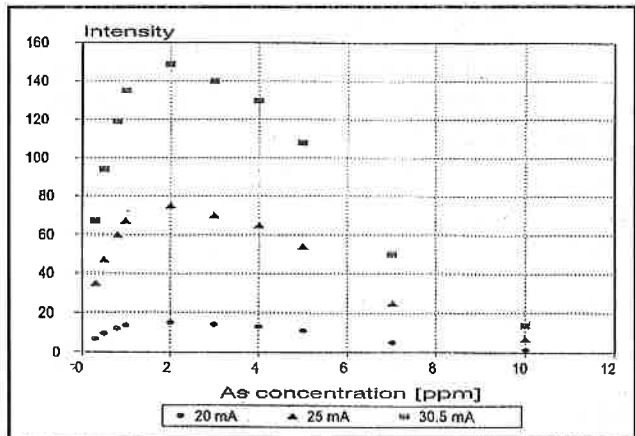
7. ábra. Kalibrációs görbék az argon különböző térfogatáramai esetén

A hidrogén mennyiségének változtatása

A hidrogén mennyiséget 70 ml/min-től 210 ml/min-ig változtattuk, de a telítési pontok elhelyezkedésében nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést. Ez feltehetőleg azzal magyarázható, hogy az atomizálás hatásfokát növelő hidrogén mennyiségének a változtatása ezek közt a koncentráció értékek közt már nem növeli az atomizálás hatásfokát (tehát már a legkisebb H₂ mennyiség esetén is óriási a hidrogényűk feleslege). A hidrogén térfogatáram-változásának a hatása a tartózkodási időre és a lángtérfogatra viszonylag csekély, és ez a mi körülményeink között nem kimérhető.

A lámpaintenzitás változtatása

A fluoreszcens jel intenzitását alapvetően meghatározó tényező a gerjesztés intenzitása. Mi ezt a vájtkatodlámpa áramának változtatásával befolyásoltuk. Azt tapasztaltuk, hogy a lámpaintenzitás változtatása a telítési koncentrációt nem befolyásolja, csak a kalibrációs görbék meredekségét. Ezt láthatjuk a 8. ábrán.



8. ábra. A kalibrációs görbék változása különböző lámpa fűtőáramok esetén

Összegzés

– A különböző As specieszek viselkedése mind a hidridfejlesztés során, mind a lángban, (atomizálás hatásfoka) eltér, a HG-AFS rendszerben standardként csak a megfelelő speciesz használható. HPLC-HG-AFS csatolás esetén természetesen egyértelmű, hogy csak a megfelelő specieszekkel lehet a kalibrálást elvégezni.

– Az önabszorpciós jelenség miatt figyelni kell arra, hogy a kalibráció mely tartományában dolgozunk, ezért nagy koncentrációk esetében – ellenőrzésként – mindig hígítani szükséges!

– A lehetséges HPLC-HG-MS rendszer kialakítása azért is érdekes, mert egyre inkább bevonná a speciációs analitika látóterébe az egyes-

rú MS-t, MSD-t, amelynek már eddig is nagy jelentősége volt a kromatográfiás gyakorlatban. Illetve, lehetőséget biztosítana a speciációs analízisre olyan analitikai laboratóriumoknak is, amelyek nem rendelkeznek különböző elemspecifikus (atomspektroszkópiai) detektorokkal.

Laboratóriumunk a korábbiakban ismertettekén túl foglalkozik különböző élettani fontos szerves és szervetlen szelén speciszek meghatározásával, illetve króm III, króm VI elválasztással.

Összefoglalás

Módszert fejlesztettünk hat arzén módosulat elválasztására és detektálására. Megvizsgáltuk az arzén módosulatok válaszjelének karakterét atomfluoreszcens detektorban, különös tekintettel az önabszorpció jelenségre. Különböző arzén-hidridek szerkezetét tömegspektrometrián vizsgáltuk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk az OTKA T014329 és T020056 számú támogatásért, a Soros Alapítványnak a belföldi doktorandusz ösztöndíjért.

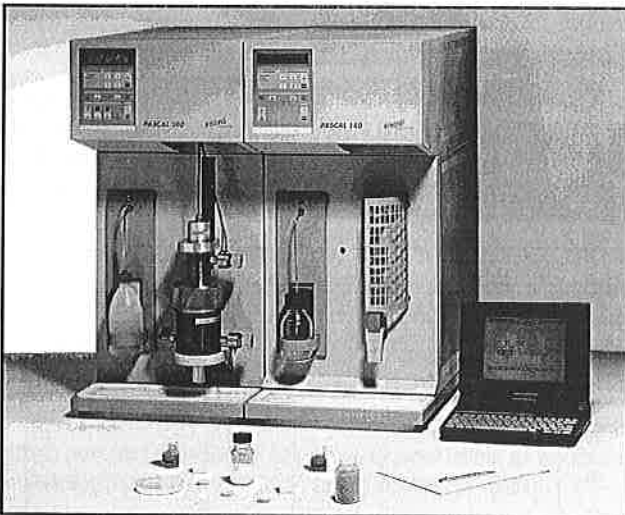
Irodalom:

1. A. Woller, Z. Mester, P.Fodor, *J. Anal. At. Spectrom.* 10 (1995) 609.
2. Z. Mester, P. Fodor, *Microchem. J.* 54 (1996) 184.
3. Z. Mester, P. Fodor, *J. Chromatography* 292 (1996) 756.
4. S. H. Hansen, E. H. Larsen, C. Cornett, *J. Anal. At. Spectrom.*, 7 (1992) 629.
5. D. Schlegel, J. Mattusch, K. Dittrich, *J. Chromatography A*, 683 (1994) 261.
6. H. Ding, J. Wang, J. G. Dorsey, J. A. Caruso, *J. Chromatography A*, 694 (1994) 425.
7. W. T. Corns, P. B. Stockwell, L. Ebdon, S. T. Hill, *J. Anal. At. Spectrom.* 8 (1993) 71.
8. Z. Mester, P.Fodor, *J. Anal. At. Spectrom.* 12 (1997) 363.
9. Z. Mester, P.Fodor, *Spectrochimica Acta*, 52 (1997) 1763.

SZEMLE

A Pascal porozitásmérők

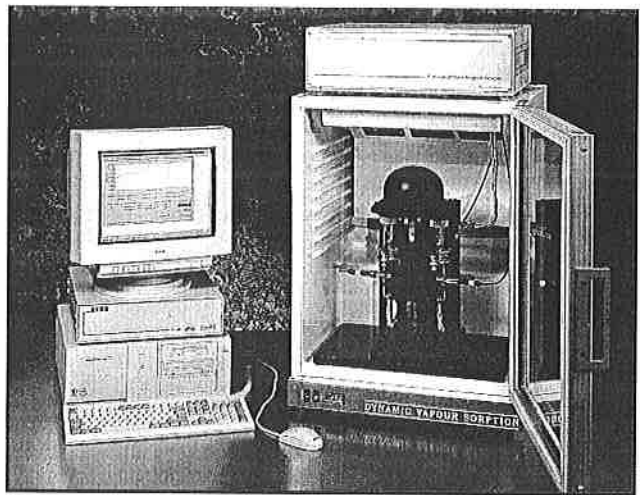
A CE Instrument továbbfejlesztett porozitásmérővel igen rövid idő alatt – 15 percen belül egészen 400 MPa nyomásig –, nagy felbontással egészen 2500 méréspontra és az egyensúly ellenőrzése mellett végezhető el a mérés. Mivel a penetráció szabályozott, az egyensúly ellenőrzése intelligens és a mérésvezérlés a minta jellemzőinek megfelelően automatizált, ezért nem szükséges a különböző poruselosztáshoz pél-



dál nyomástáblázatok felvétele. A teljes mérési tartományban a vakérték pontos meghatározásával kompenzálják a mérést befolyásoló készülékállandó, a higany összenyomhatóságát és a hőmérsékletet a nyomásnövekedés függvényében. A PASCAL szoftver alkalmazásával specifikusan értékelhető a mérés. A szoftver előnyei például a próbakatalógus beállítása, a négy számítási modell a fajlagos pórusfelület, a pórus- és részecskenyagúság osztályozása és a látszólagos sűrűség meghatározásához.

Vízgőzadszorpció-mérő

A DSV1 teljesen automatizált vízgőzadszorpció mérőrendszerrel izotermikusan lehet mérni a minta adszorpció jellemzőit a tömegváltozás elvén a 0 – 85 °C és 0 – 98 rel.% nedvességtartalom határértékek között. A beállított relatív páratartalmat egy tömegáram-szabályozón keresztül a vívgáz (levegő vagy nitrogén) szállítja, mégpedig a nedvesség- és hőmérsékletérzékelők által ellenőrzött és szabályozottan. Az 1 µg érzékenységű Cahn D200 mikromérleg (mérés határa 150 µg, maximális bemérés: 1,5 g) a 0,1 °C pontosan termosztált szekrényben van. A DVS-szoftver WINDOWS™ vagy NT4.0™ alatt fut, felhasználóbarát és mind a kutatásnál, mind a termékellenőrzésnél egyaránt használható.



A mérőrendszer kiegészíthető a forrásnak a szorpció folyamat közbeni vizuális ellenőrzése céljából egy videomikroszkóppal (nagyítása 200x), továbbá egy vákuumos előszáritóval. A DVS készülékbe helyezett anyagmintákon – mint örlémények, magvak, granulátumok, tablettázott anyagok (pl. gyógyszerek), optikai és természetes száanyagok, szálerezősítő műanyagok – az előre megválasztott hőmérsékletű és relatív páratartalmú környezetben folyamatában tanulmányozható az adszorpció és a deszorpció az egyensúly eléréséig és meghatározható a folyamat jellemzői.

A sajtok lehallgatása ultrahanggal

A sajtok minőségét az érlelési folyamat optimális megválasztása alapvetően meghatározza, amelynek során a sajtbaktériumok által termelt szén-dioxid porózussá, lyukacossá teszi a sajtot. A túlértséget el kell kerülni, ám a minősítés hagyományos módszerei – pl.: kopogtatás, magminta kivétele – körülményesek és megbízhatatlanok, ugyanakkor az újabb optikai és röntgensugaras módszerek sem bizonyultak megfelelőnek a folyamatos üzemi ellenőrzéshez.

Egy európai program keretében végzett ultrahangos kísérletek eredményre vezettek. A sajton átbocsátott kisfrekvenciás ultrahang-jelek sebességét és amplitúdóját módosítják a sajt állományának, viskoelastikus tulajdonságainak a megváltozása, a pórus- és repedésképződés. A mérési rendszer az észlelt változásokat elemzi és egy „sajttérkép” készíti, megjelölve és minősítve az anyagihiányokat. A cél, hogy a lehető legkorábban lehessen információkat kapni a sajt érettségéről. Ennek ismeretében még idejében megtehető a korrekciós lépések, például az érlelési hőmérséklet és ciklusidő módosításával. A hordozható ultrahang-készülék prototípusát a francia Axiom Technologie 1999-re ígéri. A kutatók az ultrahangos ellenőrzési módszert más élelmiszerekre – pl. húsok, édességek – is alkalmassá kívánják tenni.

Forrás: VIPS No. 27-1998 LST 52

Anyagvizsgálati sajátosságok a minőségügyi rendszerek gyakorlatában

6. rész: Az anyagvizsgálati tevékenységek szabályozása a szabványosított minőségügyi rendszerekben

Dr. Koczor Zoltán – Marschall Marcell

Az ellenőrzési tevékenység minőségügyi szabályozása

Megőrizve a minőségügyi rendszerek sokféleségét tudomásul vevő nézőpontunkat megkíséreljük bemutatni, hogy a minőségügy különböző szabályozási rendszerei milyen módon foglalkoznak az anyagvizsgálat mérésügyi, minőségügyi feladataival.

Ez a szabályozás minden területen kettős: egyrészt magára a mérési tevékenységre, másrészt a mérőeszközök felügyeletére irányul.

Az azonos törekvéseken túl a jelentős különbségek a különböző szabályozási területeken inkább a szabályozás eszköztárában és mélységében érzékelhetők.

A minőségügyi rendszerek sokféleségéből elsőként szeretnénk kiemelni a TQM szemléletű minőségügyi rendszereket. Bár a TQM a szabályozandó területek leírása szempontjából nem tekinthető szabványokra támaszkodó minőségügyi rendszernek, mégis a folytonos minőségjavítást célul tűző alapfilozófiájával hatással van az összes "szabványos" minőségügyi rendszer mérésügyi szabályozási eszköztárára.

A TQM hatékonyság-szemléletű megközelítésmódja nagymértékben támogatja az anyagvizsgálati területeken a mintavételes vizsgálatok végzését. A folyamatos minőségjavítás hatására azonban a megengedett hibaszázalékok (AQL szintek) folyamatos csökkenése tapasztalható, mely a szállítótól és az átvételtől új átvételi-átadási stratégiákat kíván meg (0 hibás átvétel).

A folytonos minőségfejlesztés gondolata a mérésügyi (mérőeszköz-felügyeleti) területen a elsősorban a mérési hibák eredetének megismerésére, a hibaforrások kézbeartására, kizárására és hibák hatásának csökkentésére és továbbterjedésük megakadályozására irányul. Ez a cél valamennyi szabványos minőségügyi rendszerben megjelenik.

A folytonos minőségjavítás szemmel látható eredménye a gép- és folyamatképeségi c_m és c_p határértékek évek óta tartó csökkenésében is megmutatkozik. Ez a trend nem csak a gyártási pontosság folyamatos javulásának, hanem a folyamatok ingadozásai csökkenésének a következménye, amely a mérőeszköz kiválasztása és a mérési feladathoz való hozzárendelése szempontjából (mérőeszköz-képességi vizsgálatok) jelent fejlesztési feladatokat a mérésügy számára.

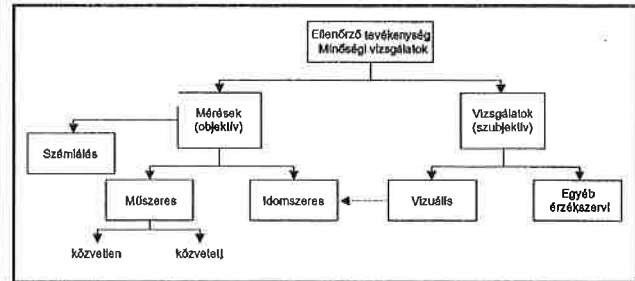
A szabványos minőségügyi rendszerek közül az ISO 9000 minőségmenedzsment rendszer, az ISO 14000 környezetirányítási rendszerek, a laborakkreditációhoz kapcsolódó ISO 45000 valamint az autói-pari beszállítói láncok területén terjedő QS 9000 szabványokon alapuló rendszerek szabályozási logikáját hasonlítjuk össze.

A vizsgálati tevékenység felügyelete az ISO 9000 minőségmenedzsment rendszer keretei között

Az ISO 9000 minőségmenedzsment rendszer mérőeszköz-felügyeleti követelményeit a cikksorozatunk 3. részében már bemutattuk.

A szabványsorozat ellenőrzéssel, vizsgálattal kapcsolatos előírásai három területen vár el szabályozást: a beérkező áruk vizsgálata, a gyártásközi ellenőrzés és a végellenőrzés területén.

Ezek bármelyike 100%-os vizsgálat, vagy mintavételezéssel történő statisztikai vizsgálat, illetve az 1. ábra szerinti tevékenység lehet.



1. ábra. Az ellenőrző tevékenységek csoportosítása a minőségi vizsgálatok információtartalma szerint

A beérkező áruk ellenőrzése

Az ISO 9001 és 9002-es szabványok (4.10.1., ill. 4.9.1.) a következő követelményeket támasztja a bejövő áruk ellenőrzésével szemben:

A szállítónak gondoskodnia kell arról, hogy a beérkező terméket addig ne használják vagy ne dolgozzák fel, amíg nem ellenőrizték vagy másképp nem igazolták, hogy az előírt követelményeknek megfelel.

Eljárást kell kidolgozni, arra az esetre, ha a beérkező árut sürgős gyártási célból vizsgálat nélkül bocsátják felhasználásra, valamint arra az esetre, ha az áru az előírt követelményeket nem teljesít, akkor hogyan lesz visszahívható és cserélhető.

A beérkező áru ellenőrzése mértékének és jellegének megállapításakor figyelembe kell venni a beszerzés helyén végzett minősítést és a minőségi megfelelés dokumentált kimutatását.

A gyártásközi ellenőrzés

Az ISO 9001 és 9002-es szabványok (4.10.2., ill. 4.9.2.) a következő követelményeket támasztják a gyártásközi ellenőrzéssel szemben:

- A szállító
- ellenőrizze, vizsgálja és azonosítsa a termékeket a minőségügyi terv vagy a dokumentált eljárások követelményei szerint;
 - valósítsa meg a terméknek az előírt követelményeknek való megfelelését folyamattfigyeléssel és szabályozási módszerekkel;
 - tartsa vissza a terméket, amíg a megkívánt ellenőrzéseket és vizsgálatokat nem fejezték be és nem dokumentálták megfelelően;
 - azonosítsa a nem megfelelő terméket.

A gyártásközi ellenőrzéseket és vizsgálatokat az előállítás helyéhez minél közelebb kell végezni. Fajtái:

- beállítás, az első darab ellenőrzése, jóváhagyás,
- a gépkezelő által végzett ellenőrzés,
- állandó ellenőrzőhelyek és
- futóellenőrzés.

A végellenőrzés

Az ISO 9003-as szabvány (4.5.) a következő követelményeket támasztja a végellenőrzéssel szemben:

A végellenőrzésnek igazolnia kell azon más, szükséges vizsgálatok elfogadható eredményeit is, amelyeket korábban a követelmények tel-

jesülésének igazolása céljából végeztek. A terméket nem szabad kiszállítani, míg az összes, a minőségügyi tervben vagy dokumentált eljárásokban előírt tevékenységet kielégítően el nem végezték, és az ezzel kapcsolatos adatok és dokumentáció rendelkezésre nem áll és nincs jóváhagyva.

A végellenőrzés fajtái a megállapodás és a kockázat függvényében lehet:

- 100 % -os ellenőrzés,
- mintavételes ellenőrzés,
- gyártásközi ellenőrzés elvégzésének és annak eredményeinek ellenőrzése.

Az ISO 9000-es szabványsorozat a nem megfelelő termékek kezelését szabályzó fejezetei ismét foglalkoznak a mérési tevékenységgel, előírva, hogy a nem megfelelés végzetelt beavatkozások után azok hatásosságát – a megfelelés elérésének tényét – újra ellenőrizni kell.

Az ellenőrzési tevékenységgel összefüggő szabályozások a minőségügyi rendszer dokumentációs rendszerében

A gyártási folyamat során végzendő mérésekkel és a hozzájuk kapcsolódó tevékenységekkel a Kézikönyv az ISO 9000-es szabvány 10. rendszerelemének megfelelő (Ellenőrzés és vizsgálat), az ellenőrző tevékenységek minőségbiztosításával pedig a 11. rendszerelemének megfelelő fejezetei (Ellenőrző, mérő- és vizsgálóberendezések felügyelete), illetve a hozzájuk kapcsolódó eljárások és vizsgálati utasítások foglalkoznak. A vizsgálatokhoz tágabb értelemben kapcsolódnak a Vevő által beszállított termékek (7. rendszerelem), a Termékek azonosítása és nyomon követhetősége (8. rendszerelem), az Ellenőrzött és vizsgált állapot (12. rendszerelem) és a Statisztikai módszerek (20. rendszerelem) című részek.

Tevékenységek	Dokumentumok
Az ellenőrzési tevékenység tervezése - helye - információ értéke - a mintavétel (módj, mintanagyság) - a mérőeszköz kiválasztása, feladathoz rendelése - képességvizsgálat - típusvizsgálat	Minőségügyi terv Mérési eljárásutastítás Műszerbeszerzés
Az ellenőrzési tevékenység végrehajtása - mérési/vizsgálati tevékenység - mintavétel (mód) - előkészítés - kiértékelés - a mérőszemélyzet felügyelete (képzés) - a külső mérésügyi szolgáltatások felügyelete	Mérési és vizsgálati munkautasítások
A mérőeszközök felülvizsgálata - hitelesítés, kalibrálás - tevékenység - karbantartás - a megfelelés jelzése/érzékelése - kalibrálási időszak felügyelete - periodicitás - dinamizálás - visszarendelés, felülvizsgálat, tevékenység a nem megfelelés esetén	Kalibrációs mérési utastítás Mérőeszköz-nyilvántartás
Igazolás - mérési / kalibrációs jegyzőkönyvek vezetése - mérőeszköz-nyilvántartás vezetése - megismételhetőség/reprodukálhatóság	Mérési dokumentáció, (jegyzőkönyvek) Mérőeszköz-nyilvántartás

A vizsgálati tevékenység által szolgáltatott információk megbi-
zhatóságának fokozására és a beavatkozások igazolására az

ellenőrző tevékenységet felügyelni kell. Biztosítani kell, hogy a mérő- és vizsgáló tevékenységeket megfelelő dokumentumok alapján végezzék és eredményeiről olyan feljegyzések készüljenek, amelyek (hosszabb idő után is) megfelelően igazolják a vizsgálatok elvégzését és tegyék lehetővé a hatékony beavatkozásokat.

Az ellenőrzési tevékenység minőségének biztosítására minden méréshez, vizsgálathoz megfelelő eljárásokat kell kidolgozni és azokat vizsgálati utasításokban rögzíteni, melyek a konkrét mérési, vizsgálati tevékenységet írják le, rögzítik a határértékeket, és a nem megfelelés esetén szükséges tevékenységeket és a felelősség körét. E dokumentumok célja, hogy az ellenőrzési tevékenység megismételhetőségét és számonkérhetőségét biztosítsák.

A mérési utasítások a leggyakrabban csupán a mérés pontos tárgyának és helyének meghatározását tartalmazzák valamely közismert vizsgálati módszert leíró szabványra való hivatkozással. Különösen fontosak azonban a részletesen kidolgozott utasítások olyan mérések esetében, melyek nem szabványosítottak valamint a nagyszámú szubjektív elemet, megítélési lehetőséget tartalmazó vizsgálatok esetében.

A mérési adatok visszakövethetősége érdekében megfelelő jegyzőkönyvekben kell vezetni a mérések eredményeit és azokat meg kell őrizni, illetve fel kell használni a gyártási minőség és a folyamat-képesség javítására.

„A gyártási folyamat lényeges pontjain vizsgálni kell a termék (a szoftver), a folyamat, az anyagok, vagy a környezet minőségi állapotát, annak érdekében, hogy minél kisebb legyen a hibák hatása és lehető legnagyobb legyen a kihozatal...”

A terméket nem szabad kiszállítani, míg az összes, a minőségügyi tervben vagy dokumentált eljárásokban előírt tevékenységet kielégítően el nem végezték, és az ezzel kapcsolatos adatok és dokumentáció rendelkezésre nem áll és nincs jóváhagyva.

A vizsgálati eredmények értelmezése, regisztrálása

A mérési és vizsgálati jegyzőkönyvek a mérő- és vizsgálóeszközök felügyeletével összhangban biztosítják a mérési eredmények megbízhatóságát és visszakövethetőségét. A jegyzőkönyvek vezetése a mérési eredmények kiértékelése mellett lehetőséget kell biztosítson a gyártási folyamat hosszú távú megítélésére, következtetések levonására és különböző szintű visszacsatolásokra.

A mérési, vizsgálati jegyzőkönyvek visszakövethetőségi (traceability) kritériuma azt a követelményt jelenti, hogy az esetleg szükségessé váló egyéb minőségügyi feljegyzésekkel kapcsolatot kell tudni mutatni a vizsgált termék/tétel, a vizsgált jellemző, a vizsgálat időpontja, a megfelelés elfogadási feltétele, az ellenőrzésre használt mérőeszköz és a mérőeszköz státusza (hiteles/kalibrált volta), illetve a kalibrációhoz használt etalon(ok)on keresztül a mért jellemző mértékegység-definíciója között.

Kalibráció – hitelesítés

Az ISO 9000-es minőségügyi rendszerek területén a mérőeszközökkel szembeni elvárásokat a magyar és a nemzetközi gyakorlat némileg eltérő módon értelmezi. A legtöbb hazai minőségügyi rendszer a mérőeszköz-felügyelet legfontosabb eszközének a mérőeszközök folyamatos hitelesítését tartja. A belső kalibráció a legtöbb esetben a felszereltség, néha kellő tapasztalat, bátorság hiányában nem működik.

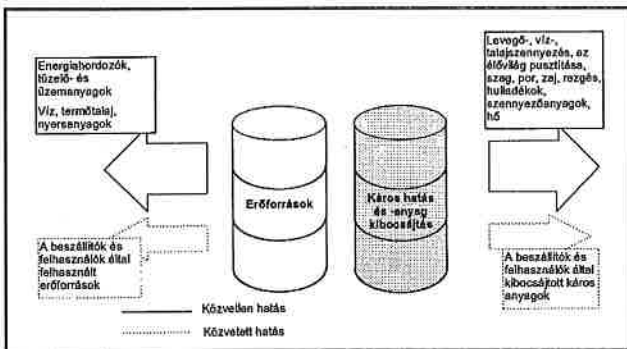
A törvény által a kizárólagosan az OMH hatáskörébe utalt hitelesítés vélt szükségességét részben a Mérésügyi Törvény (a joghatással bíró mérések fogalmának bevezetésével) alapozza meg és az, hogy a rendszerépítő cégek megpróbálnak "biztosra menni". Az ISO 9000-es minőségügyi rendszerekhez kapcsolódó ISO 10012-1 mérőeszköz-felügyeleti szabvány a mérésekhez megkívánt pontosság biztosítására a mérőeszközökre előírtak teljesülésének vizsgálatára a mérőeszközök „megerősítését, érvényesítését” – az angol szöveg szerint *confirmation* – várja el.

Ez a megerősítési rendszer a mérőeszközök metrológiai tulajdonságainak ellenőrzésén alapul úgy, hogy a kalibrációk mellett az etalonok és

a mérőeszközök házi összehasonlítását a statisztikai folyamatszabályozás eszköztárával felügyelik. A kalibrációk során a szabvány elvárása, hogy a vizsgált mérőeszköz jellemzőit (nemzetközi etalonokra, referenciaanyagokra, hiteles anyagmintákra) visszavezethető módon mutassák ki.

A környezetirányítási rendszerek (ISO 14000) keretében zajló vizsgálati területek szabályozása

Az emberi civilizáció ipari forradalomtól tartó egyre gyorsuló fejlődése során az újabb és újabb vívmányok mellett óriási mennyiségben állított elő olyan termékeket, melyeknek az élővilágba való bekerülése az élet jövőjét kérdőjelezi meg, s melyeket hosszú ideig figyelmen kívül hagytak. Megjelent két új fogalom: környezetszennyezés, és a környezetvédelem.



2. ábra. Környezeti kölcsönhatások

Az általánosságban értelmezett terméknek a környezettel való kölcsönhatását a 2. ábra szemlélteti.

A környezetirányítási rendszerek feladata, hogy a gyártó szervezet értékelni és felügyelni tudja az általa kibocsátott termék (vagy szolgáltatás, munkafolyamat) által a környezetre gyakorolt káros hatásokat, valamint folyamatosan javítani tudja a környezettel való harmonizálás és a rá vonatkozó törvényi előírásoknak való megfelelés színvonalát.

A minőségügyi rendszerek és a terméktanúsítás analógiáján az ISO 14000 szabványcsalád tagjait két nagy csoportra oszthatjuk:

- szervezet értékelési szabványokra, amelyek a vállalat, vagy egyéb szervezet belső működési rendszerének kialakításával, a munkakörök megadásával, a felelősök megnevezésével foglalkoznak,
- termék értékelési szabványokra, amelyek termékre koncentrálnak és további hat kategóriára oszthatók környezeti alapelvek alapján.

A szabványcsalád különböző tagjai eltérő szintű értékelési és szabályozási követelményeket fogalmaznak meg.

A környezetvédelmi teljesítés értékelése (ISO 14031) egy mérési, analízis, illetve felbecsülő folyamat, amely összeveti a környezettel szemben leírt követelményeket a vállalat által ténylegesen produkált eredményekkel. Ez a folyamat a mérési adatok gyűjtését, válogatását, csoportosítását és az előírt értékekkel való összehasonlítást tartalmazza.

A termék életciklus vizsgálata (ISO 14040-14043) eszköz ahhoz, hogy értékeljék egy termék, egy folyamat, vagy egy szolgáltatás környezetvédelemmel való társulását. Az életciklus-vizsgálat kiterjed a termék teljes életfolyamatára, kezdve a nyersanyag kinyeréstől a gyártáson, elosztáson, szállításon, használaton, majd az újrahasznosításon keresztül egészen a megsemmisítésig.

E szabályozási területeken zajló munka során

- a fenntartható fejlődés (sustainable development) elvének biztosítása,

- a hulladék (szennyvíz és szilárd) mennyiségének csökkentése, megfelelő elhelyezése, illetve újrahasznosítása,
- a működésből származó talaj-, víz-, levegőkárosító anyagok csökkentése,
- nyersanyag-, víz-, energiateljesítmény csökkentése,
- a termékben és csomagolóanyagában a természetes anyagok arányának növelése,
- az elhasznált termék gyűjtésének, tárolásának biztosítása az újrahasznosítása

kapcsán számos mérést és anyagvizsgálatot végeznek.

A szabályzás alá vont vizsgálatokra vonatkozó minőségügyi felügyelet alapelveiben megegyezik az ISO 9000 minőségmenedzsment rendszerek mérés- és mérőeszköz-felügyeleti szabályozásával. A legjelentősebbként kiemelhető különbség, hogy az ISO 14000-es szabvány az alkalmazható vizsgálati módszereket a környezetvédelmi előírásokkal való harmonizáció megvalósítása érdekében a szabványos, illetve a mindenkor érvényes (helyi) jogi szabályozásnak megfelelő, törvények által előírt vizsgálatokra szűkíti. Az ISO 9000-es rendszerek lehetővé teszik a folyamatok során változó, alakuló minőség a legmegfelelőbbnek ítélt modellezését és ennek megfelelően belső „szabványosítás” – saját mérési és vizsgálati utasítások – alapján hatékony és egyszerű módszerekkel történő ellenőrzését (házi mérések stb. ...). A környezetirányítási rendszerek esetén a vizsgálati tevékenység tervezése során meg kell vizsgálni, hogy az ellenőrizendő folyamatokra, paraméterekre vannak-e törvényileg előírt, kötelezően alkalmazandó mérési eljárások.

A mérési tevékenység szabályozásakor a reprodukálhatóság és megismételhetőség biztosítására, valamint a vizsgálatok megbízhatóságának fokozására külön ki kell térni azokra a tevékenységekre, melyben meghatározó a mérőszemélyzet szubjektív hatásának befolyása. Ilyenek az olfaktometriás és egyéb organoleptikus (vizuális megítélés, ízhatások stb.)

Az olfaktometriás mérések a gázok bűzhatásának a mérésére szolgálnak. Míg a fent leírt mintavételi módszerek, és az azokat követő elemzések a mérőszemélyzettől kisebb mértékben függő eredményeket szolgáltatnak, addig az olfaktometriás mérések a mérőszemélyzet tagjainak szubjektív bűzmegítélésén alapul. A mérés lényege, hogy a bűzös gázt egy keverőberendezésben (olfaktométer) ismert arányban tiszta oxigénhez keverik. A mérőcsoport (minimum 8 előzőleg alkalmasságra tesztelt fő) tagjai a kevert gázt szagolva jelzik azt a pillanatot, amikor a bűzt először felismerik. Az olfaktométer kezelője ekkor a hígítási arányt feljegyzi. A hígítási arányból határozható meg a gáz küszöbhígítási indexe. A módszer szubjektív, hiszen a kapott eredmény függ az egyének érzékenységtől, pillanatnyi idegi és testi állapotától, a bűz fajtájától, a mérési körülményektől (légnedvesség, hőmérséklet, légnyomás).

A laborakkreditáció során megvalósítandó minőségügyi szabályozás a vizsgálati területeken

Az anyagvizsgáló, kalibráló és terméktanúsító laboratóriumok akkreditációját Magyarországon az 1995. évi XXIX. törvény (A laboratóriumok, a tanúsító és az ellenőrző szervezetek akkreditálásáról) szabályozza.

Az akkreditálás annak hivatalos elismerése, hogy valamely szervezet vagy intézmény felkészült bizonyos tevékenységekre (vizsgálat, tanúsítás, ellenőrzés) meghatározott feltételek szerinti végzésére. Az akkreditációt kérő szervezetek:

- vizsgálólaboratóriumok,
- kalibrálólaboratóriumok,
- terméktanúsító szervezetek,
- minőségügyi rendszert tanúsító szervezetek,
- személyzettanúsító szervezetek,
- ellenőrző szervezetek

az akkreditációs törvény alapján és a törvényben is megjelölt és hivatkozott ISO 45000-es szabványcsalád előírásainak megfelelő, a megbízóik bizalmát megalapozó és az európai szintű mérésügyi infrastruktúrába illeszkedésüket biztosító minőségügyi rendszert hoznak létre és ezt tanúsítatják az akkreditációs eljárás keretében.

A törvényből eredően az akkreditálás során érvényesíteni kell a következő alapelveket	Az ISO 45000-es szabvány követelményeiből erdő szabályozási feladatok ¹
<ul style="list-style-type: none"> - az áttekinthetőséget és a nyilvánosságot, - szakzszerűséget, - a közérdek képviselését, - az igénybevétel önkéntességét, - a függetlenséget a különböző érdekcsoportok túlsúlyától, - a közigazgatási szervek részvételi lehetőségének biztosítását, - az akkreditáló szervekre vonatkozó szabványok alkalmazását, - az üzleti titok védelmét, - harmonizálást az akkreditálási nemzetközi és európai eljárási rendjével. 	<ul style="list-style-type: none"> - a mérések visszavezethetőségének biztosítása - kalibrációk és vizsgálatok rendje - a mérőeszközök kiválasztásának rendje (mielőtt a labor a vizsgálatot elvállalja) - a kalibrációk, mérések tárgyának kezelése - alkalmazott szabványok, - saját kalibrációs és hitelesítési rendszer - a (megbízásból végzett) hitelesítések rendje - hibakiigazító tevékenységek (mérési bizonytalanságok, eltérés a minőségpolitikától) - eltérések engedélyezése - a panaszok kezelése - a litkosság megőrzése - a felülvizsgálatok rendje

¹ ISO/IEC Guide 25: 1990

Az ISO 45000-es szabvány elvárásai az akkreditációért folyamodó szervtől a 9000-es minőségügyi rendszernek megfelelő mérésügyi és mérőeszköz-felügyeleti szabályozást várnak el. Nem ritka, hogy az ISO 45000 alapján akkreditált laboratóriumok minőségügyi rendszerüket tovább bővítve a 9000-es szabvány szerint is tanúsítatják.

A számos egyezés mellett nagy számban található a két rendszer elvárásai között különbségek is.

A vizsgálólaboratórium szervezeti felépítésével szemben elvárás, hogy a minőségügyi megbízott mellett rendelkezzen egy olyan műszaki vezetővel, aki „a laborban folyó műszaki műveletekért” (a labor teljes felszerelésének „a vizsgálatok kifogástalan végrehajtásához szükséges állapotban” tartásáért) teljes körű felelősséggel tartozik.

A labor berendezéseivel (mérőeszközök és a környezeti viszonyok) szemben támasztott követelmény, hogy az tegye lehetővé a vizsgálatok megfelelő szintű elvégzését (az eredmények érvényességét és a mérés megkívánt pontosságát ne befolyásolja). Ahol ez nem biztosítható, ott a tevékenységek hatékony elválasztását kell biztosítani.

A labor személyzetétől nem csak a folyamatos képzésben való részvétel (a képzettség biztosítását) várja el a szabvány, hanem a vizsgálatokban való gyakorlatot, a hozzájuk kapcsolódó műszaki ismereteket és tapasztalatot is megkövetelik. Az egyes vizsgálatokban való részvétel szabályozására a fentiekben túl a személyzet helyettesítési rendszerét is ki kell alakítani. A személyzet és a labor munkájának ellenőrzésére elvárás, hogy a vizsgálatok reprodukálhatóságának fenntartására és elemzésére a labor vegyen részt összehasonlító és jártassági vizsgálatokban (körvizsgálatok).

A mérőeszközök kalibrációkkal történő felügyeletén, karbantartásán, illetve a személyzet és a labor összteljesítményének ellenőrzésén túl meg kell valósítani a mérőszoftverek felügyeletét (validálás) és az ellenőrzéseknek ki kell terjednie az alkalmazott eljárásokra és a mérésekkel kapcsolatban elvégzett számítások és az általuk nyert adatok felülvizsgálatára is.

Ha a laborban a egyes mérésekhez kidolgozott, belső vizsgálati utasítások, eljárások nem állnak rendelkezésre, nemzetközi szabványokat, a szakirodalomból ismert módszereket kell alkalmazni. A nem szabványos módszereket a megrendelővel egyeztetni kell.

A megrendelő bizalmának megtartására eljárásban kell szabályozni a minták kezelésének módját és az üzleti titok védelmének figyelembevételével (más vevők mintái!) meg kell teremteni a lehetőséget arra, hogy a megrendelő részt vehessen a termékére vonatkozó vizsgálatokon.

A referenciaetalonok csak kalibrációra használhatók, a referenciaetalonokat a visszavezethetőség biztosítására szintén kalibrálni kell.

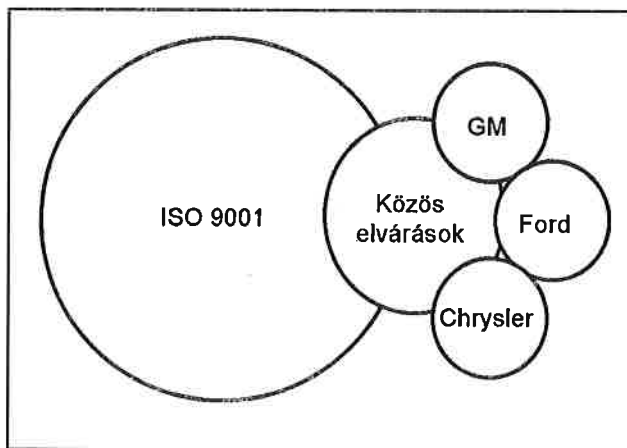
A szabvány a kiadott jegyzőkönyvek formai, tartalmi és szerkezeti követelményeit is tartalmazza.

A QS 9000 mérési és mérőeszköz-felügyeleti szabályozása

A nemzetközi verseny, az egységes európai piac és az ISO szabványok szerint tanúsított rendszerek elterjedése az Egyesült Államokban jelentős változásokat indított meg az amerikai minőségszemléletben. A nagy beszállítói hálózatokkal működő ipari monstrumcégek által saját maguk számára kidolgozott minőségügyi rendszerek, a szakágazatok belső termék- és rendszertanúsítási struktúrája a versenyképességet befolyásoló módon elforgácsolódni látszott. Az egységes alapelvekre épülő és számos termékre alkalmazható ISO rendszerek ugyanakkor megfelelő, közös alapnak tűntek a minőségügyi rendszerek továbbfejlesztéséhez (Q9001, D1 9000, AS 9000).

A QS 9000-es minőségbiztosítási rendszert a három nagy autóiipari cég, a Chrysler, a Ford és a General Motors saját maga és kiterjedt beszállítói köre számára 1994-ben hozta létre. A szabványt első kiadását követően elfogadták és alkalmazásba vették az amerikai teherautó-gyártók (Freightliner, Mack Trucks, Navistar és a Volvo GM Heavy Truck Corporation) is. A QS 9000-nek jelenleg a harmadik átdolgozását vezeti be az autóiipar.

A globális beszállítói hálózatok kialakulása az autóiipari óriásoktól is egyéni minőségügyi rendszereik (pl. Ford Q101) feladását és egy általánosabb felhasználását követelte meg. A QS 9000 ezt a nemzetközileg elismert hivatkozási alapot az ISO 9001 szabványban találta meg. (3. ábra)



3. ábra. A QS 9000 szabványrendszer felépítése

A QS 9000 minőségbiztosítási rendszer szabványa három részből tevődik össze. Az első fejezet teljes terjedelmében tartalmazza az ISO 9001 szövegét – számos pontosító, főként szigorító kiegészítéssel –, a második rész a „Big Three” közösen elfogadott követelményrendszerét mutatja be, míg a harmadik rész a három cég egyéni elvárásait fogalmazza meg a beszállítók számára.

A mind a rendszerépítők, mind a tanúsítók által szigorúbbnak ítélt QS 9000 az ISO 9001 húsz rendszerrel és 137 követelménnyel

szemben huszonhárom rendszerelemet és több mint háromszáz elvárást jelöl meg.

A második rész nagy jelentőségű fejezete a folytonos minőségjavításról szól, mely a TQM a poka-yoke és a nulla hiba, nulla veszteség, nulla késedelem gondolatmenetét és eszköztárát csatolja az ISO adta keretekhez. A szabvány itt mutatja be a folyamatok felügyeletére előírt folyamatképesség vizsgálati módszereket és a statisztikai szabályozás alapelveit.

Az ISO szabvány mérésügyi és mérőeszköz-felügyeleti szabályozásánál szigorúbb követelmények között a szabvány a beszállított termékek vizsgálata során elvárja, hogy a gyártó a beszállítójától csak 0 hibás elfogadási feltételnek megfelelő tételeket vegyen át. (A beszállító lehetősége csupán annyi, hogy az ismert gyártási képessége és a hibatartalom függvényében az átadásra kerülő tétel nagyságát és a bevizsgálásra kerülő minta nagyságát próbálja a maga javára meghatározni.) Az idegenáru átvétel feltételeként a szabvány első két kiadása még elfogadta a termék gyártói minőségtanúsítását, az új kiadás azonban az összes termékre kiterjesztette a vizsgálatok lefolytatásának kötelezettségét.

A gyártásközi ellenőrzés feladatai a hibafeltáráson túl kibővülnek a

hibamegelőzés számára végzett adatgyűjtéssel. A végellenőrzést ki kell bővíteni a csomagolt termékek vizsgálatával is.

A QS 9000-es szabvány a mérőeszköz-felügyeleti rendszer alapjául az ISO 10012 alkalmazását kötelezővé teszi. Míg a mérőeszköz-felügyeleti szabályozás egyértelműsége és hatékonysága érdekében az ISO rendszerek csak a gyártó tulajdonában levő mérőeszközök alkalmazását engedik és azok felügyeletére vonatkoznak, a QS 9000 az alkalmazottak tulajdonában levő mérőeszközökre is kiterjeszti felügyeletének hatályát. A mérőeszközök ellenőrzési tevékenységnek a gyártórendszer mérőeszközein túl ki kell térnie a szerszámkészítés felügyeletére. (A szerszámok „tooling equipment” beszállítóira a QS 9000 egy alternatív minőségügyi rendszere a TE 9000 külön alkalmazandó). A mérő- és vizsgálórendszer minden egyes elemének értékelésére statisztikai ellenőrzéseket kell végezni. A mérések megismételhetőségét és reprodukálhatóságát R&R vizsgálatokkal kell igazolni.

A harmadik kiadása a mérőeszköz-felügyeleti rendszer elvárásait teszi a belső kalibráló laborok ISO Guide 25 (ISO 45000) szerinti felkészítését. (A megelőző kiadások az átvett igény esetén kötelezték a gyártót saját kalibrációk helyett akkreditált laboratóriumok igénybevételére.)

HÍREK

Beszámoló a XV. Duna-Adria szimpóziumról

Ez évben – évenkénti rendszerességgel – 15. alkalommal került megrendezésre a kísérleti mechanika tárgykörű Duna-Adria szimpózium, ezúttal az olaszországi Bertinoróban, a Bolognai Egyetem Továbbképző Központjában

szepember 30. és október 3. között.

A konferenciát megelőzően, ez év májusában, a rendezvény színhelyén megtartott szervezőbizottsági értekezleten született döntés a beérkezett előadások elfogadásáról, illetve azok besorolásáról, valamint a résztvevők megfelelő és kedvezményes elhelyezéséről.

A rendezvényen mindösszesen 88 előadás hangzott el, időben egymást követő szekciókban. Ez a hagyomány a szimpózium munkájának folyamatos követését teszi lehetővé. Az előadásokból 28 volt szóbeli (kérdésekkel együtt 20 percben), míg a többi – egy-három perces szóbeli összefoglalás mellett – poszterként lett bemutatva.

A szimpóziummal egy időben – ez évben először – az IMEKO TC 15 bizottság is ülésezett, amely a megbízhatóság elméleti kérdéseivel és néhány elektronikai alkatrészre vonatkoztatott alkalmazásával – nagyszámú meghibásodási adattal alátámasztva – foglalkozott.

A szimpózium szakmai résztvevői, mintegy száz fő, tízenegy országból érkeztek (Ausztria, Csehország, Horvátország, Lengyelország, Magyarország, Németország, Portugália, Románia, Szlovákia, Szlovénia).

A rendezvényhez kapcsolódóan, az alapító országok két-két képviselőjét magában foglaló szervezőbizottság két alkalommal ülésezett. A 16. rendezvény házigazdája Románia lesz, Kolozsvár helyszínnel.

Szakmai értékelés

Alapvetően újnak mondható megközelítést sem az elméleti, sem a gyakorlati problémák tárgykörében nem hallottunk a szemináriumon. Az egyébként színvonalas előadások módszertani megosztása a következő volt:

- Hagományos és különleges mérési eljárások alkalmazása a kísérleti mechanikában.
- Gyakorlati alkalmazások, különös tekintettel a hibrid módszerekre.
- Mérésadat-gyűjtés és adatfeldolgozás.
- A kísérleti módszerek és a számítási eljárások kapcsolata.
- Anyagvizsgálati jellemzők meghatározása.

A rendezvényen bemutatott munkák alapján elmondható, hogy a számítási eljárások – korábban meglehetősen széles körben hangoztattott – prioritásának hangsúlyozása visszahúzódóban van. Úgy tűnik,

hogy a számítási módszerek egyre gyakrabban alkalmazzák a mérésekből nyert adatokat, s így mind a kísérleti, mind a numerikus eljárások kezdik megtalálni helyüket a szerkezetek megbízhatóságának növelésére irányuló feladatok megoldásában.

A korábbi szimpóziumok szakmai anyagától eltérően jelentősnek mondható részarányt képviseltek az anyagvizsgálati jellemzők (kifáradási, törésmechanikai) meghatározásával foglalkozó előadások. Kérdés, hogy ez a hallgatólagosan elfogadott tendencia mennyiben módosítja az eredetileg a kísérleti mechanika és egyes elméleti kérdései tárgykörben életre hívott rendezvénysorozatot.

A résztvevőkkel beszélgetve ismételtén igazolódni látszik az utóbbi években Európa-szerte tapasztalható tendencia, miszerint a megjelennek túlnyomó többsége egyetemi, főiskolai környezetben dolgozik. A rendezvényt az iparban dolgozó szakemberek nem látogatják. Rendezvényünkön is mindössze két „ipari” szakember – meglehetősen reklám ízű – előadását hallgathattuk, amely elsősorban az általuk gyártott termék (szoftver) nagyobb publicitását szolgálta.

Kísérő programok

A szemináriumhoz kapcsolódóan a Tydeman cég rendezett meglehetősen gazdagon műszerezett bemutatót: elektronikus léptetőmotoros, univerzális polarizálópot, valamint a nyomáseloszlás automatikus mérésére és megjelenítésére alkalmas, scannerrel kombinált, speciálisan kialakított számítógépi berendezéseket működés közben. Ezen túlmenően a Fudsi nyomáseloszlást mérő fóliát is bemutatták ismételtén. A rendezvény alatt realizált üzletről nincs tudomásom.

A rendezők igyekeztek napjainkat kulturális programokkal kiegészíteni, vagy a résztvevők teljes körének, vagy csak a kísérőknek szervezett kirándulásokkal. A programban szerepelt Ravenna meglátogatása egyéni városnézéssel, és egy szervezett látogatás Bolognába, idegenvezetéssel

A rendezők a feladatukat – elsősorban sok fiatal munkatárs bevonásával – igyekeztek zökkenőmentesen megoldani, ami főleg az előadási program bonyolításakor nem mindig sikerült, mivel a rendezvény kezdetéig hivatalos végső program nem készült, s így az egyes előadások tervszerű, időbeosztáson alapuló látogatására nem volt lehetőség. Mindazonáltal, a rendezők nagyon kedvesen, szolgálatkészen, udvariasan látták el feladataikat.

Dr. Borbás Lajos
a szervezőbizottság tagja

ESEMÉNYNAPTÁR

Tanfolyamok 1999-ben

A Magyar Minőség Társaság és a Minőség Oktatásért Alapítvány a következő vizsgaköteles tanfolyamokat szervezi:

I. Az Országos Szakmai Képzési Jegyzék alapján (feltétel: szakközépiskolai érettségi és két év szakmai gyakorlat) 1999. áprilisában 120 órás tanfolyamok:

1. Minőségellenőr;
2. Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító.

Jelentkezés: 1999. március

II. Minőségbiztosítási tanfolyamok a TÜV Rheinland Akadémia licence alapján. A hallgatók a TAR-ZERT Személytanúsító hely nemzetközileg elismert oklevelét kapják.

1. Minőségügy munkatárs, 4 nap + vizsga
2. Minőségügy megbízott, 12 nap + vizsga
3. Minőségügy menedzser, 13 nap + vizsga
4. Minőségügy oktató, 3 nap + vizsga
5. Metrologiai megbízott, 8 nap + vizsga
6. TÜV CERT auditor, 11 nap + vizsga + gyakorlat

Feltétel: az 1-3-hoz legalább középiskolai, a 4-6-hoz felsőfokú végzettség.

Szakfolyamok, az utolsó napon vizsgával:

1. Mérőszekők felügyelő, 3 nap
2. Termékértékelési folyamatirányító, 2 nap
3. Anyagbeszerzési folyamatirányító, 2 nap
4. Karbantartási folyamatirányító, 2 nap
5. Vállalati auditor, 3 nap
6. Vevőszolgálati vezető, 2 nap
7. Logisztikai megbízott, 2 nap
8. Raktározás vezető, 2 nap
9. Idegenáru megbízott, 2 nap
10. Dokumentáció megbízott, 2 nap
11. Műszaki fejlesztési folyamatirányító, 2 nap
12. Statisztikai folyamatgazda, 3 nap
13. Értékelő szakember, 4 nap
14. Orvosi eszközgyártó megbízott, 3 nap

Feltétel: legalább középiskolai végzettség.

III. **Környezeti menedzsment rendszer tanfolyamok (KMR)** a Groupe Uni-Conselis (GUS) Egyetemek Közötti Tanácsadó Szövetsége licence alapján:

1. KMR gyakorlati bevezető, 1 nap: 1999. 01.11.

2. A KMR megszervezése, 3 nap: 1998. 12. 08-10.

A végzettek az ORDINEX (Párizs, Nemzetközi Szakértők Szövetsége) és az MMT tanúsítványt kapják.

A British Standards Institution (BSI) licence alapján:

3. KMR belső auditor, 3 nap: 1999. 01. 25-27.


4. KMR vezető auditor, 5 nap: 1999. 02. 08-12.

A végzettek BSI tanúsítványt kapnak.

IV. A Hunkorral közös szervezésben:

Minőségbiztosítás a korszerű festési technológiák megvalósításánál, 5 nap + vizsga: 1999.01. 25-29.

A tanfolyamokról felvilágosítást ad a Magyar Minőség Társaság, Somogyi Miklós, Turos Tarjáné, tel.: 215-6061, fax: 218-0267.



AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.

Szakképesítő tanfolyamok!

A TANFOLYAM TÍPUSA	ÓRASZÁM	TERVEZETT KEZDÉS
ANYAGVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTŐ ÉS MINŐSÍTŐ TANFOLYAMOK		
ULTRAHANGOS ANYAGVIZSGÁLÓ (UTT)	90	1999. 03. 29.
RADIOLÓGIAI ANYAGVIZSGÁLÓ (RTT)	134	1999. 04. 06.
ÖRVÉNYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLÓ 1. (ETT)	58	1999. II. FÉLÉV
ÖRVÉNYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLÓ 2. (ET2)	80	1999. II. FÉLÉV
ULTRAHANGOS ANYAGVIZSGÁLÓ 2. (UT2)	118	1999. 02. 08.
MECHANIKAI ANYAGVIZSGÁLÓ 1.	94	1999. 03. 22.
MÁGNESÉS, PENETRÁCIÓS, VIZUÁLIS ANYAGVIZSGÁLÓ 1. (MPV 1) EGYÜTT ÉS KÜLÖN-KÜLÖN	80	1999. 03. 22.
RADIOLÓGIAI ANYAGVIZSGÁLÓ 2. (RT2)	148	1999. 04. 26.
MECHANIKAI ANYAGVIZSGÁLÓ 2.	118	1999. II. FÉLÉV
MÁGNESÉS, PENETRÁCIÓS, VIZUÁLIS ANYAGVIZSGÁLÓ 2. (MPV2) EGYÜTT ÉS KÜLÖN-KÜLÖN	120	1999. 04. 12.
METALLOGRÁFIAI ANYAGVIZSGÁLÓ 1.	58	1999. 03. 01.
METALLOGRÁFIAI ANYAGVIZSGÁLÓ 2.	78	1999. 04. 12.
TÖMÖRSÉGI ANYAGVIZSGÁLÓ 1. ÉS 2. (LT1, LT2)	60/84	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
REZGÉSELEMZŐ 1. ÉS 2. (VAT1, VAT2)	58/76	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
SZINKRÉPELEMZŐ 1. ÉS 2.	56/56	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
TARTÁLYTECHNIKAI TANFOLYAMOK		
TARTÁLYVIZSGÁLÓ	80	1999. 02. 01. 1999. 05. 10.
TARTÁLYVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTÉST KIEGÉSZÍTŐ („C” MODUL)	24	1999. 02. 08. 1999. 05. 17.
NYOMÁSTARTÓDÉNY-GÉPÉSZ	120	1999. 04. 12.
NYOMÁSTARTÓBERENDEZÉS-KEZELŐ	80	JELENTKEZÉSFÜGGŐ
EGYÉB TANFOLYAMOK		
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI FELÜLVIZSGÁLÓ ÉS TANUSÍTÓ		JELENTKEZÉSFÜGGŐ
MINŐSÉGELLENŐR		1999. 05. 22.
KÖRNYEZETVEDELMI LABORÁNS		1999. II. FÉLÉV
KÖRNYEZETVEDELMI SZAKELŐADÓ		1999. II. FÉLÉV
TELEPÜLÉSI HULLADÉKGYŰJTŐ ÉS SZÁLLÍTÓ		1999. II. FÉLÉV
SUGÁRVEDELMI TANFOLYAM		JELENTKEZÉSFÜGGŐ
EMELŐGÉP-ÜGYINTÉZŐ		JELENTKEZÉSFÜGGŐ
SZÖVEGSZERKESZTŐ (KEZDŐ ÉS HALADÓ)		FOLYAMATOSAN
TÁBLÁZATKEZELŐ (KEZDŐ ÉS HALADÓ)		FOLYAMATOSAN
AUTOCAD (KEZDŐ ÉS HALADÓ)		FOLYAMATOSAN


A tanfolyamok helye: AGMI Rt., Budapest XXI. ker. Gyepsor u. 1. – Szállást és étkeztést igény szerint biztosítunk. Igény szerint kihelyezett tanfolyamokat is szervezünk.

Érdeklődni lehet: AGMI Rt. Oktatásszervezési Osztály,
Gáspár Anita, Mikus Erzsébet oktatásszervezők
1750 Budapest, Pf. 114, Tel./Fax: 425-0761

Szeretettel várjuk tanfolyamainkon!



Zubonyai Edit
osztályvezető



ORSZAK BT.

1752 Budapest, Pf. 101. Fax: 277-6226, Mobil: 06-20/582-659

Az ORSZAK BT. az 1999. tavaszi időszakban a roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárások (RmAv) széles skáláján szervez mind az OKJ, mind az MSZ EN 473 követelményeit kielégítő tematikájú tanfolyamokat. **Lényeges változás** 1998. óta, hogy az RmAv tanfolyamok előtt külön oktatójuk az alapozó tárgyakat (anyagvizsgálat, anyag- és gyártásismeret), azaz ezt a tanfolyamot előzetesen el kell végezni, vagy a mentességet igazolni kell. Továbbá, az MPV-tanfolyamokat eljárásenként külön tanfolyamokként szervezzük. A jelentkezés feltételeiről, a szakterület megválasztásáról, a tanfolyamokról, illetve az étkeztetés és a szállás lehetőségeiről részletes tájékoztatást adunk.

Alapozó tanfolyam az 1. fokozalú RmAv-hez: 1999. 01. 11-12.
Alapozó tanfolyam a 2. fokozalú RmAv-hez: 1999. 03. 01-02.

Rezgéselemző (VAT-1) – az SKF Rt.-vel együttműködve: 1999. 03. 01-12.
Rezgéselemző (VAT-2) – az SKF Rt.-vel együttműködve: 1999. 01. 25-02. 05., 05. 03-14.

RT-2 újraminisítő tanfolyam: 1999. 01. 18-23. (szombat)
Szinkrelemző (SPT-1, SPT-2) 1999. február végén
Akusztikus emissziós (AET-1, AET-2) és újraminisítő 1999. április elején


Tartályvizsgáló szakképesítést adó, 80 órás tanfolyamot szervezünk a Magyar Tartálytechnikai Szövetséggel együttműködve a vonatkozó 44/1995.(X.15.) IKM rendelettel módosított 11/1994. (III. 25.) IKM rendelet követelményei szerint, vállalatokhoz kihelyezve is.

Vizuális (VT-1): 1999. 01. 13-15., vizsga: 01. 26-27.
Mágneseshető poros (MT-1): 1999. 01. 21-25., vizsga: 01. 27-28.
Folyadékbehatolás (PT-1): 1999. 01. 21-25., vizsga: 01. 28-29.

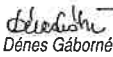
Ultragangos (UT-2)
 – a KE-TECH Kft-vel együttműködve: 1999. 02. 01-17., vizsga: 02. 18-19.
Tömörsegevizsgáló (LT-1): 1999. 02. 15-26.
Vizuális (VT-2): 1999. 03. 03-05., vizsga: 03. 16-17.
Folyadékbehatolás (PT-1): 1999. 03. 08-10., vizsga: 03. 17-18.
Mágneseshető poros (MT-2): 1999. 03. 11-15., vizsga: 03. 18-19.

Ultragangos (UT-1)
 – a KE-TECH Kft-vel együttműködve: 1999. 03. 22-04. 09., vizsga: 04. 13-14.
Tömörsegevizsgáló (LT-2): 1999. 04. 12-23.

Forduljon hozzánk bizalommal!



Szűcs Pál



Dienes Gáborné

Nemzetközi rendezvények 1999-ben és 2000-ben

CMT 99 – 2nd Int. Conf. on Computational Methods and Testing for Engineering Integrity, Lexington, Kentucky, USA, 1999. április 12-14. Cím: Liz Ker, Conf. Secretariat CMT 99, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. Tel.: 44(0)1703 293223, fax: 44(0)1703 292853, e-mail: liz@wessex.ac.uk.

CMEM 99 – Computational Methods and Experimental Measurements, Sorrento, Olaszország, 1999. április 27-29. Cím: mint a CMT 99-nél, de CMEM 99 megjelöléssel Sally Radford-nak címezve. E-mail: sradford@wessex.ac.uk.

Nuclear Technology 99, Karlsruhe, Németország, 1999. május 18-21. A 12. szekció foglalkozik az anyagvizsgálattal és az állapotellenőrzéssel. Jelentkezés előadással: 1998. december 1-ig. Cím: Congress Office, Inforum GmbH, Heussallee 10, D53113 Bonn, Germany. Tel.: +49(0)228 507223, fax: +49(0) 228 507262, e-mail: inforum - GmbH @ com-serve.com.

6th ICTP-Int. Conf. on Technology of Plasticity, Nürnberg, Németország, 1999. augusztus 19-23. Cím: PD Dr.-Ing. U Engel, Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Egerlandstr. 11, 91058 Erlangen, Germany. Tel.: +49/913185-8866, fax: +49/9131/36403, E-mail: ictp@ift.uni.erlangen.de.

Surface Treatment 99. - Computer Methods and Experimental Measurements in Surface Treatment. Assisi, Olaszország, 1999. szeptember 20-22. Cím: mint a CMT 99-nél, de SURF 99 megjelöléssel Paula Doughty-Young-nak címezve. E-mail: paula@wessex.ac.uk.

2nd ESIS TC4 Conf. on Fracture of Polymers, Composites and Adhesives. Les Diablerets, Svájc, 1999. szeptember 13-15. Jelentkezés azonnal. Cím: Amy Richardson, Elsevier Science Hte Boulevard Langford Lane Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK. Tel.: +44(0)1865 843643, fax: +44(0)1865 84395, e-mail: a.richardson@elsevier.co.uk

3. Thermografie-Kolloquium, Stuttgart, Németország, 1999. szeptember 25. Szervező: DGZIF/VDI/THETA/VET/VTD

Int. Conf. on Case Historien on Integrity and Failures In Industry, Milánó, Olaszország, 1999. szeptember 27. - október 1. Jelentkezés előadással: azonnal. Cím: V. Bicego, ENEL SRI Polo Diagnostica e Materiali, Via Reggione Emilia 39, I-20090 Segrate Milan, fax: +39 2 2167 2620, e-mail: 0727bice@s1.cise.it.

Zerstückungsreihe Materialcharakterisierung, Saarbrücken, Németország, 2000. márciusában. Szervező: DGZIF

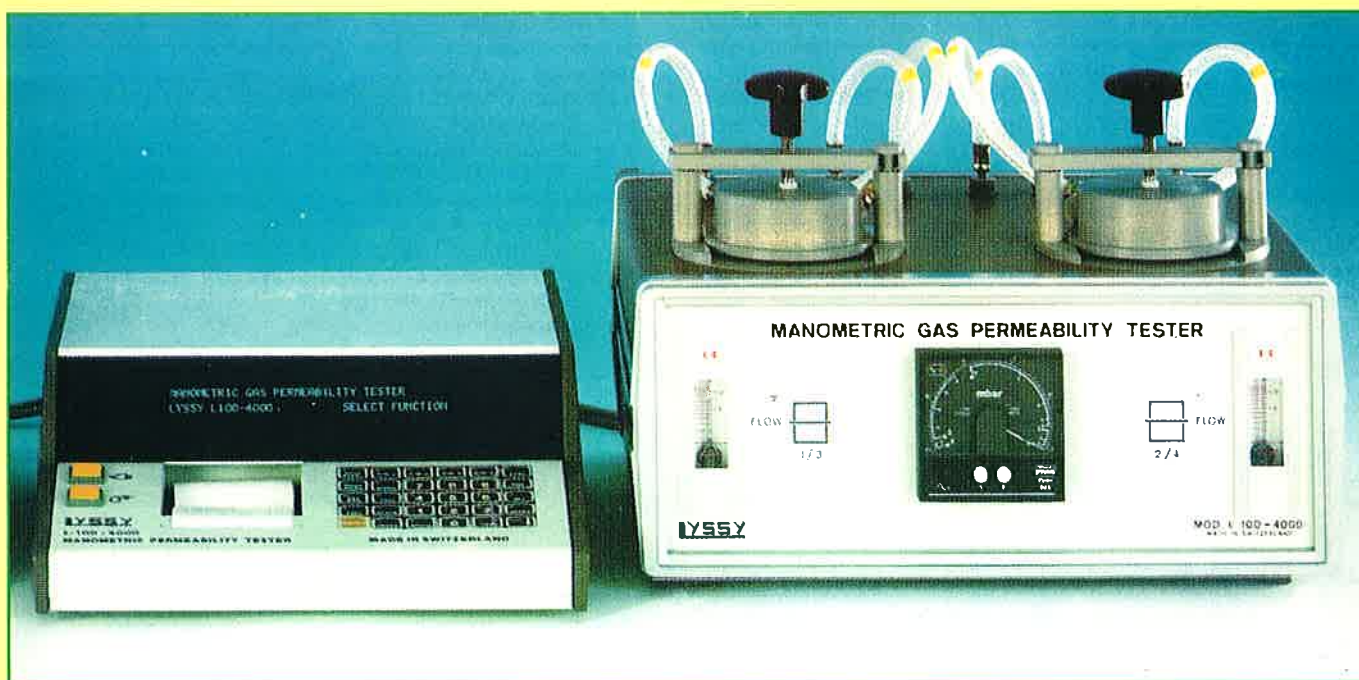
15. WCNDT – roncsolásmentes világkonferencia, Róma, Olaszország, 2000. október 15-21. Szervező: AIPnD.

Lyssy L100–4002/4004 mérőrendszer

*a csomagolóanyagok gázáteresztő képességének a meghatározásához
az ASTM D-1434 szabvány előírásai szerint*

A mérés elve: az előválasztás szerinti állandó hőmérsékleten tartott és a csomagolófóliával kettéválasztott mérőkamrában a fólia egyik oldalán vákuumot létesítünk, míg a másik oldalán a mérőgáz (oxigén, szén-dioxid, nitrogén vagy egyéb permanens gáz) egyenletes sebességgel áramlik. A megfelelő nyomás elérését és a vákuumszivattyú leállítását követően a fólián átszivárgó gáz fokozatosan kiegyenlíti a két kamrarész között a nyomást, amelynek időbeni változását mérve és számítógépes támogatással összehasonlítva a kalibráláshoz felhasznált, ismert gázáteresztő képességű etalon fóliával meghatározható a mért fólia gázáteresztő képessége ($\text{Nml/m}^2 \cdot \text{nap}$) mértékegységben kifejezve.

A mérőrendszer: a mikroprocesszoros elektronikai mérésvezérlő és -ellenőrző egységből, a hozzacsatlakoztatható két mérőkamrás egy vagy két készülékből, valamint a vákuumszivattyúból, a termosztát(ok)ból, a mérőgázt tároló palack(ok)ból és a kamrákhoz vezető szerelvényekből áll.



A készülékek mérőkamráiban azonos, vagy különböző mérési feltételek – hőmérséklet, mérőgáz – szerint is végezhető vizsgálat.

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



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!