

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS



12. ÉVFOLYAM
1. SZÁM
2002.



ROCKWELL



VICKERS



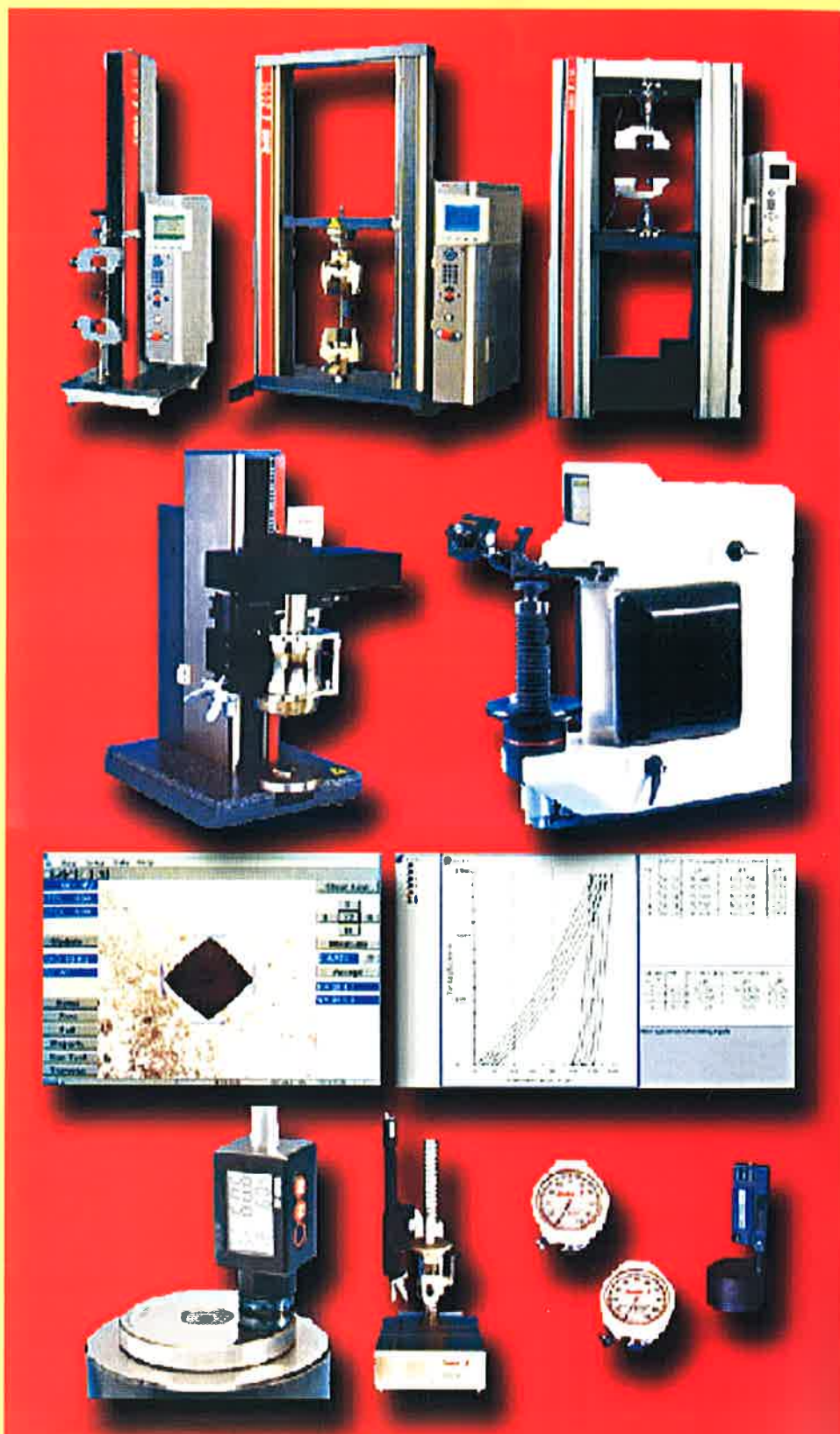
Zwick / Indentec

ZWICK cég roncsolásos anyagvizsgáló készülékei

INDENTEC cég keménységmérő berendezései

- univerzális szakítógépek (nyomó- és hajlítógépek),
- próbatest-kivágók, próbatest-marók,
- Melt-index mérők,
- ingás ütőművek,
- automatikus fonálszakítók,
- kopásvizsgáló,
- kapillár reométer,
- bármely típusú használt szakítógépek felújítása, modernizálása,

- „Bonsai” szakítógép
- keménységmérő berendezések és asztali keménységmérők Rockwell A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T, R, L, M, E, K; Vickers-, Brinell-, Knoop- és univerzális keménység mérésre
- testXpert adatgyűjtő -értékelő szoftver, képfeldolgozó szoftver Brinell- és Vickers-keménységméréshez
- digitális és mechanikus Shore-keménységmérők (A, B, D, O, 00),
- IRHD keménységmérők
- digitális, hordozható keménységmérő Rockwell-, Brinell-, Vickers- átszámítással



Forgalmazás, márkaszerviz, szaktanácsadás:
SENSELEKTRO Kft.
1064 Budapest
Vörösmarty u. 33.

Tel./Fax: (36-1) 342-79-82
Telefon: (36-1) 351-43-17
e-mail: senselektro@interware.hu

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR Kft.** 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
dr. Pólos László
dr. Tóth László

Kiadja:

TESTOR Kft.

Felelős kiadó:

Szapponas György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj a 2002. évre
(1–4. szám): 2.240,- Ft
Előfizethető közvetlenül a kiadónál
a mellékelt űrlap felhasználásával.

Hirdetések felvétele és kéziratok
leadása a TESTOR Kft. címén.

Nyomda:

KÁNAI NYOMDA KFT.

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

Előkészítés:

PC-Print Bt.

Tel.: 205-6399, 204-3688
E-mail: pcprint@chello.hu

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-8410

Lépéstartás

A híreszközök közhelyszerűen sulykolják: a XXI. század a tudás alapú társadalom százada. Nem szeretem ezt a kifejezést – bár a mögé sorakoztatott érveket értem –, mivel minden korban azok a társadalmi közösségek fejlődtek a leggyorsabban, amelyek a kor szintjére jellemző emberi tudást a legjobban hasznosították. Így lesz ez a jövőben is!

Csakhogy az új ismeretek terjesztési sebessége nagyságrendekkel nagyobb lett a világhálónak szervezett információs technikának köszönhetően. És ez valóban minőségi változást jelent, amelynek jellemzésére inkább illik az információs társadalom kifejezés. Már csak azért is, mert – az eredetileg korrekt tudományos adatszolgáltatásra kitalált – világhálón ma már mindenféle információ szabadon kering, méghozzá iszonyatos mennyiségben, amelyből a hasznosítás igényével keresett kiválasztása egyrészt idő- és költségigényes (bár így is megéri), másrészt nem egyszer megalapozott műveltséget és nagy fokú etikai érettséget igénylő feladat.

Ugyanis, az „információs káosz” víziója sem alaptalan, mivel a könyvekben összegyűjtött emberi tudás sokkal inkább ellenőrzött, mint a világhálón nagy sebességgel keringő információ. Mégis, mivel génjeink nem öröközik át a már megszerzett tudásunkat – e miatt értelmetlen cél az ember klónozása –, ezért a világhálón fellelhető, korrekt tudományos igénnyel rendszerezett, netán feldolgozott információra szükségünk van. Az információs technika hatékonyan segíti az egyetemes emberi tudás átörökítését.

Szerkesztőségünk ezért döntött az *Internetfigyelő* rovat indításáról, hogy a szakmánkat érintő és tartalmában ellenőrzött internetcímeiről rendszeresen tájékoztassuk Olvasóinkat, elősegítve a célirányos információkeresést, a lépéstartást.

Lapszerkesztési elveinket megtartva nyújtom át lapunk 12. évfolyamának – ezen új rovattal bővített – első számát Olvasóinknak. Kívánom, hogy ez évi terveik sikeresen és eredményesen teljesüljenek! Ehhez szeretnénk a magunk eszközeivel hozzájárulni bemutatva szakterületünk eredményeit, újdonságait, közérdekű híreit és mindezek szakmatörténeti gyökereit is.

Mindezen célok érdekében köszönettel várom cikkíróink önzetlen támogatását és a szerkesztői munkánkat segítő olvasói véleményeket. De köszönettel várom hirdetőink és nem utolsósorban kiadónk lapunk megjelenéséhez nyújtott támogatását.

Továbbra is szerkesszük együtt az Anyagvizsgálók Lapját!

Tisztelettel:

Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

ÁLLAPOTELLENŐRZÉS – CONDITION CONTROL – ZUSTANDSKONTROLLE

TÓTH László, SZÁVAI Szabolcs:

Kockázat alapú karbantartási stratégiák – Európai törekvések: RIMAP

Risk based maintenance strategies – European aspirations: RIMAP

Risikofreudig Instandhaltungsstrategien – Europäische Bestrebungen: RIMAP 3

SZÜCS Pál:

Az akusztikus emissziós integritásvizsgálat lehetősége a nyomástartó berendezések üzembe helyezésénél, időszakos ellenőrzésénél

Possibility of the acoustic emission integrity test by opening-up and periodic control of high pressure vessels

Möglichkeit der Schallemission-Integritätsprüfung bei Inbetriebnahme und periodische Kontrolle der Druckbehälter 5

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

RITTINGER János:

Az ütésvizsgálat információ-tartalmának növelése

Increasing of information contents of the impact test

Steigerung von Informationsinhalt der Schlagversuch 7

KOVÁCS Zoltán Miklós:

Keménységmérési eljárások lágy anyagok méréséhez

Hardness testing methods for soft materials

Härteprüfmethode für weich Stoffe 10

TÓTH Péter:

A folyásindex mérési adatok széles körű hasznosítása

Wide-ranging utilizing of the melt flaw index data

Ausgebreitet Anwendung der Schmelzflußindex-Angaben 12

SZEMLE – REVIEW – RUNDSCHAU 14, 17, 27

RmV-HELYZETKÉP – Számítástechnika — NDT-REVIEW – Computertechnics – ZfR-RUNDSCHAU – Computertechnik

MAISL, M., REITER, H., PURSCHKE, M.:

A 3D-s számítógépes röntgentomográfia

The 3D computer X-ray tomography

Die 3D computer Röntgentomographie 15

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK – INSTRUMENTS, EQUIPMENTS – GERÄTE, ANLAGEN

TÓTH Péter:

Új, Rockwell-keménységmérő család: a Silver sorozat

New equipment family for Rockwell hardness test: the Silver series

Neue Gerätefamilie für Rockwell-Härteprüfung: die Silver Serie 18

BORBÁS Lajos:

Palm-Micro 80/160 kézi mikroszkóp

The Palm-Micro 80/160 hand microscope

Das Palm-Micro 80/160 Handmikroskop 18

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE - QUALITÄTSSICHERUNG

GERA Attila, LAUTNER Nándor, SKOPÁL István:

Általános célú örvényáramú készülék házi konfirmálása

Self-confirmation of the common eddy current instrument

Selbstkonfirmation der gewöhnliche Wirbelstromgerät 19

STEFÁNKA Zsolt, FODOR Péter:

Nyomelem meghatározás vízmintákból – Egy jártassági vizsgálat tapasztalatai

Determination of trace element from water specimens – Experience of a proficiency testing

Spurelementanalyse der Wasserproben – Erfahrungen einer Bewandertheitsprüfung 21

ANYAGOK – MATERIALS - MATERIALEN

ERDÉLYI János, ERDÉLYI József, GYÓVAI Ágnes, KOVÁCS Mária:

A POY-fonal gyártásának preparálószerkei és vizsgálata

Preparing chemicals for POY-yarn manufacturing and their investigation

Präparationschemikalien für POY-fadenherstellungen und ihre Prüfung 24

INTERNETFIGYELŐ – INTERNET MONITOR – INTERNET RUNDSCHAU

KLEMENTIS Ottó, TÓTH László:

Rovatindító – Column's starting – Teilbeginn 28

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONE – MEILENSTEIN

PÓLOS László: Dr. GEGUS Ernő 80 éves – ...is 80 years old – ...ist 80 Jahre alt 29

TÓTH László: † Prof. Dr. TERPLÁN Zénó (1921 – 2002) 30

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMEN

Új, érvényes nemzeti szabványok – New valid national standards – Neue gültige Nationalnormen 31

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDAR OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER 31, 32

Kockázat alapú karbantartási stratégiák, európai törekvések: RIMAP

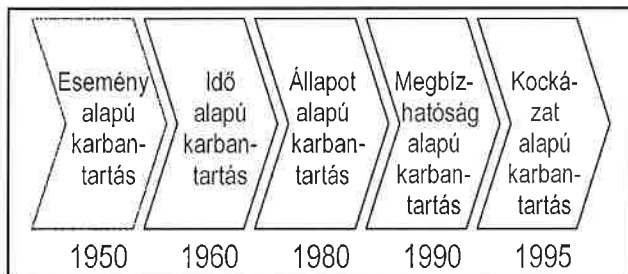
Tóth László*¹ – Szávai Szabolcs¹

Előzmények

A kockázat alapú felülvizsgálat és karbantartás (Risk Based Inspection and Maintenance – RBIM) fogalma évek óta ismert és használatos, de adaptálása az ipari gyakorlatba napjainkban még folyik a nyugati országokban is. A kockázat alapú módszerek ipari alkalmazása az Egyesült Államokból indult, az ehhez kapcsolódó első előírásokat, szabványokat is ott dolgozták ki a közelmúltban, illetve ez a munka napjainkban is folyik (ASME – American Society for Mechanical Engineers; API – American Petroleum Institute; EPRI – Electric Power Research Institute). Európában még nincsenek az RBIM-mel kapcsolatos műszaki előírások.

Az RBIM célja

A berendezések, gépek, készülékek, létesítmények karbantartása az egyik legfontosabb mérnöki tevékenység, amelynek stratégiáját az adott kor műszaki, diagnosztikai színvonala döntően meghatározza. Ha csupán az 1950-es évekig tekintünk vissza (1. ábra) azt mondhatjuk, hogy abban az időben a karbantartás-megelőzés tekintetében a döntő szempont az volt, hogy „ha elromlott valami – javítsuk ki”. Ennek az esemény alapú szemléletmódnak a létjogosultsága a II. világháborút követő hiánygazdálkodás körülményei között teljesen nyilvánvaló volt.



1. ábra. A karbantartási stratégiák fejlődése

A „tervgazdálkodás” keretei között jelent meg az ún. idő alapú karbantartás stratégia, az olyan szemlélet, amelynek értelmében meghatározott periódusokban ellenőrzéseket, javításokat kell végezni, akár szükség van rá, akár nem a biztonságos üzemeltetés szempontjából. E szemléletmód előbb jelentős költségnövekedéssel járt (hisz a cseréket, javításokat, azok szükségességének mérlegelése nélkül végezték), majd a meghibásodás a kockázat számottevő növekedését eredményezte, hisz a karbantartási tevékenység „precízen elvégzett adminisztrációs tevékenységre szűkölt”.

A mikroelektronika fejlődése jelentős változásokat indított meg a diagnosztikai vizsgálatok területén is az 1980-as években. E lehetőségek az állapot alapú karbantartási stratégia megjelenésében öltöttek testet, hisz a folyamatos állapot-felügyelet műszaki, technikai feltételei rendelkezésre álltak. Az ebben szerzett tapasztalatok eredményeképpen az 1990-es évek elején jelent meg a megbízhatóság alapú karbantartási stratégia az iparban, amely az állapot-felügyelet nyújtotta információkat a megbízhatóság becslésével kötötte össze és támpontot adott a rendszer megbízhatóságának értékelésére.

Kockázat alapú felülvizsgálat és karbantartás

A karbantartási stratégia belső fejlődésének következő lépése az volt, amikor figyelembe vették az esetleges meghibásodás következményét is. E szemléletmód terjedésének kezdete csupán 5-6 évre tekint vissza. A kockázat alapú felülvizsgálat és karbantartás (Risk Based

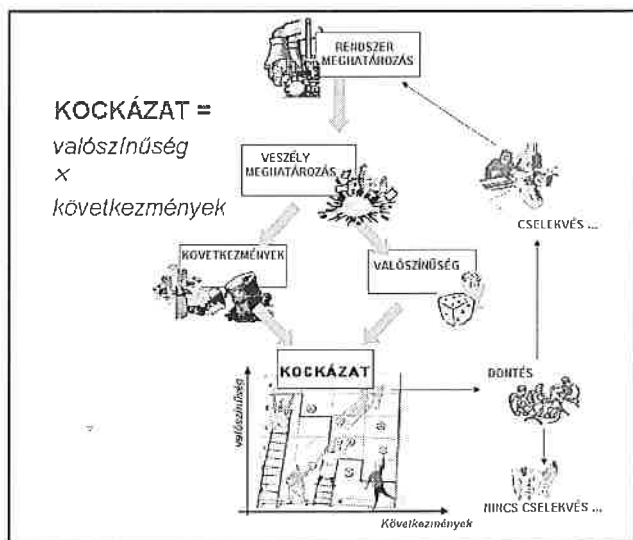
Inspection and Maintenance) bevezetése és elterjesztése azért kulcsfontosságú, mert a karbantartási, üzemeltetési stratégia az ipari termelésnek az egyik kulcskérdése mind a versenyképesség, mind a biztonság szempontjából.

Az ehhez kapcsolódó költségek jelentősek lehetnek, bizonyos szektorokban akár a termelési költség 40%-át is elérhetik. Az RBIM célja ezért a felülvizsgálati és karbantartási folyamatok hatékonyságának növelése a rendszerelemek állapotára és viselkedésére vonatkozó adatok elemzése alapján.

A módszer alkalmazása megteremti a feltételeit egy racionális és költség-hatékony döntési mechanizmusnak, mivel:

- lehetővé válik a leginkább, illetve a legkevésbé kockázatos rendszerek, rendszerelemek meghatározása,
- kidolgozható a kockázatcsökkentés stratégiája,
- meghatározható, hogy hol, mikor, mit és hogyan kell vizsgálni,
- meghatározhatók a vizsgálati és monitoring eljárásokkal szembeni követelmények.

A módszer alapelve az, hogy az üzemelő berendezések, szerkezetek felülvizsgálati és karbantartási stratégiájának kidolgozásánál figyelembe veszik az egyes szerkezeti elemek károsodásának kockázatát, mint a károsodás valószínűségének és a következmény mértékének a kombinációját (2. ábra). Ez igényli egyrészt a korszerű károsodásméleti ismereteket, másrészt a valószínűség számítási módszereinek alkalmazását. A módszer segítségével kidolgozható egy olyan optimális stratégia, amely a kockázat minimalizálása mellett a költségek szempontjából is optimálisnak tekinthető. Az első külföldi alkalmazások bizonyították, hogy a felülvizsgálati költségek akár 25–40%-kal is csökkenthetők.



2. ábra. Az RBIM folyamatábrája

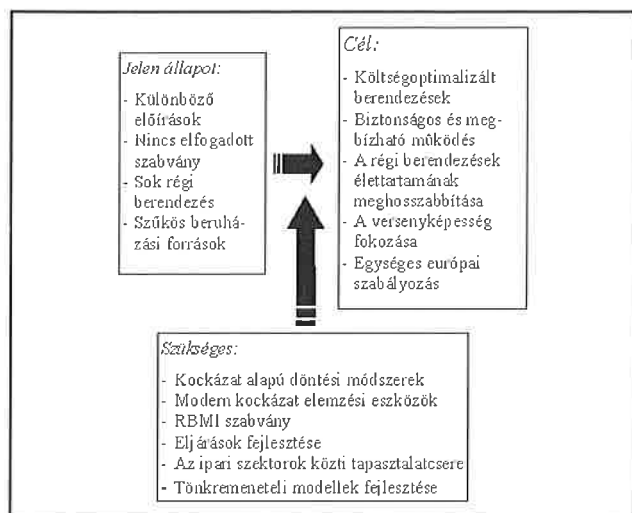
Európai törekvések: RIMAP

Európában még nincsenek az RBIM-mel kapcsolatos műszaki előírások. Az ASME-API előírások pedig nem felelnek meg maradéktalanul az európai társadalmi feltételeknek, mivel túlzottan számszerűen fejezik ki például az emberéletet illetve a környezeti kárt, ami az európai kultúrában pénzben nem kifejezhető értéket képvisel. Mindezek alapján a Det Norske Veritas AS vezetésével kidolgozták a kockázat alapú karbantartás széles körű európai bevezetéséhez kapcsolódó Risk Based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry – RIMAP című projektet. Ennek lényegét foglalja össze a 3. ábra, amely kiterjed a

* Prof. Dr.

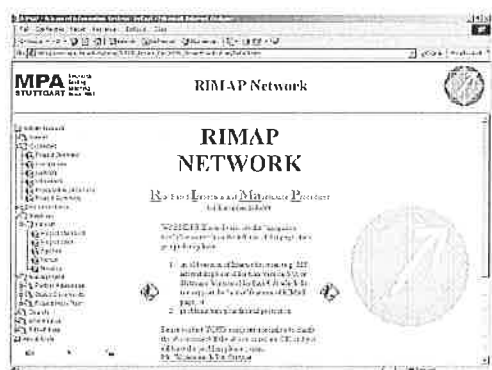
¹ Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet
Miskolc, Bay Zoltán tér 1.

jelenlegi európai helyzet alapos felmérésére, a szükséges tevékenységek megfogalmazására és a célokban rögzített elveken alapuló megvalósításra.



3. ábra. A RIMAP projekt küldetése

A projekt-javaslatot megtárgyalta az EPERC (European Pressure Equipment Research Council) TTF3-as bizottsága és támogatásra tartotta érdemesnek. Ennek megfelelően a GRD-2000-25852 projekt-javaslat a Growth program keretében támogatást kapott és a GIRT-CT2001-05027 számú szerződésben rögzített feltételek mellett megkezdődött annak végrehajtása (4. ábra).



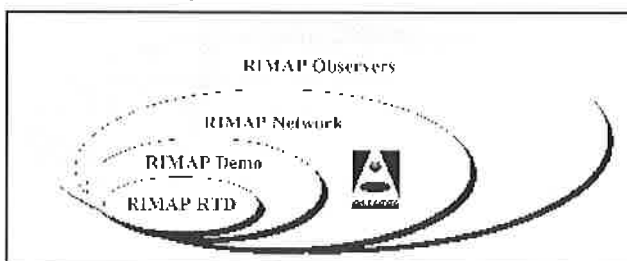
4. ábra. Az európai RIMAP-Network honlapja

A projekt alapvető célja egyrészt a kockázat alapú karbantartási stratégia bevezetéséhez kapcsolódó európai előírások, dokumentumok és szabványok kidolgozása, másrészt a kidolgozott dokumentumok alapján a módszerek ipari alkalmazásának elősegítése, bevezetése a különböző európai országokban.

A projekt három részből áll (5. ábra):

- A *K+F projekt*, amelynek alapvető célja a kockázat alapú karbantartási stratégia bevezetéséhez kapcsolódó európai dokumentumok, szabványok és előírások kidolgozása.

- A *demonstrációs projekt* keretében valósul meg a kidolgozott metodikák bevezethetőségének ellenőrzése.

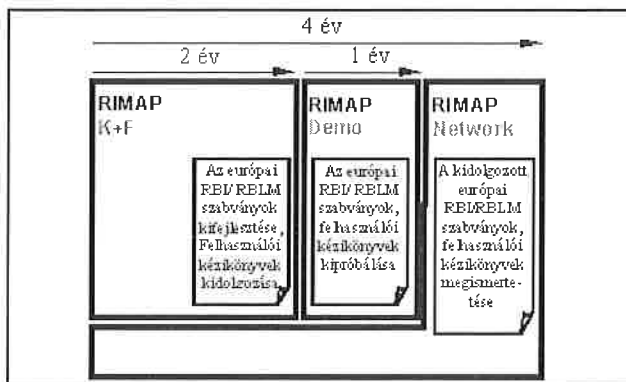


5. ábra. Részvételi formák a RIMAP projektben

- A *hálózat (network)* keretében egyrészt a szemléletet terjesztik, másrészt a kidolgozott dokumentumok alapján a módszerek ipari alkalmazásának elősegítése, bevezetése valósulhat meg a különböző európai országokban.

A K+F projektben 14-en, a networkben 35-en vesznek részt. A projektben 14 ország képviselteti magát (7. ábra), de a csatlakozásra váró országok közül egyedül hazánk tagja a hálózatnak. Magyar részről csak a BAY-LOGI vesz részt a programban.

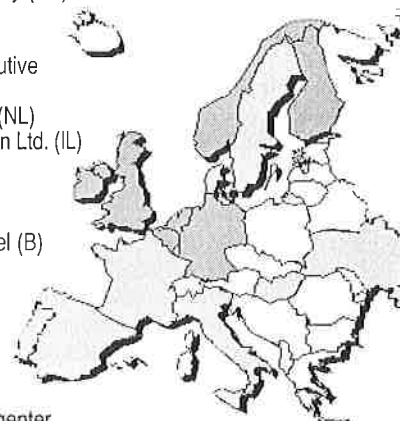
A BAY-LOGI alapvető feladata a kelet-európai országok részére a témához kapcsolódó szeminárium megszervezése és lebonyolítása 2003 második felében, a III. negyedévében (6. ábra). A rendezvényeken való részvételre és a kelet-európai szeminárium szervezésére a BAY-LOGI az Európai Unió támogatásában részesül.



6. ábra. Alprojektek a RIMAP projektben

A partnerek

- AIB - Vincotte International (B)
- Allianz Zentrum für Technik GmbH (D)
- Bay Zoltán Foundation for Applied Research (H)
- Electricité de France (F)
- Electricity Supply Board (IRL)
- Energie Baden-Württemberg Ingenieure GmbH (D)
- ERA Technology Ltd. (UK)
- European Commission, Directorate General Joint Research Centre (NL)
- Exxon Chemical Company (UK)
- FORCE Institute (DK)
- Geodeco S.p.A. (I)
- Health and Safety Executive (UK)
- Hydro Agri Sluiskil B.V. (NL)
- Israel Electric Corporation Ltd. (IL)
- Instituto de Soldadura e Qualidade (P)
- Laborelec Cooperative Vennootschap-Electrabel (B)
- Norwegian Marine Technology Research Institute (N)
- METALogic n.v.a.l. Technologies & Engineering (B)
- MIT Management Intelligenter Technologien GmbH (D)
- Monition Ltd. (International) (UK)
- Staatliche Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart (D)
- Petrobras S/A Petroleo Brasileiro (BR)
- Siemens AG Energieerzeugung (KWU) (D)
- Solvay (S)
- Technologica Group c.v. (B)
- TNO Industrial Technology (NL)
- TOTAL FINA ELF (F)
- TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH (D)
- TWI Ltd. (UK)
- University of Wales Swansea (UK)
- VTT Technical Research Centre of Finland (SF)
- Bureau Veritas (D)
- Corus UK Ltd. (DK)
- Corrocean ASA (N)
- Det Norske Veritas AS (B)

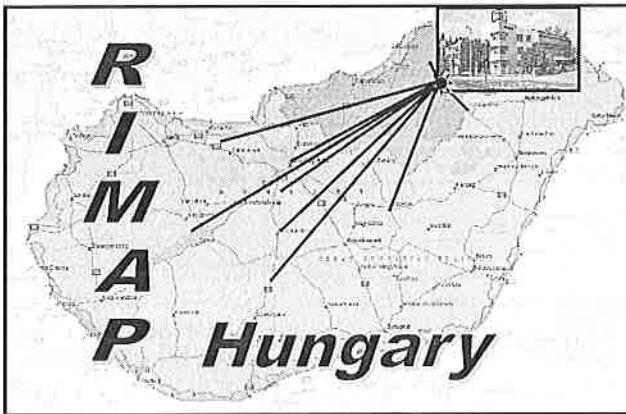


7. ábra. A RIMAP projektben résztvevő országok

A hálózat magyar részének a felállítására és annak várható haszna

Mivel Magyarországon még nem terjedt el ezen módszereknek az alkalmazása az ipari gyakorlatban, kívánatos lenne a hazai hálózat megszervezése is annak érdekében, hogy minél több hazai intézményt, partnert bevonhassunk egyrészt az EU-projektekbe, másrészt a kockázat alapú karbantartási stratégia hazai elterjesztését segítsük. Ehhez természetesen a meglévő és fokozatosan bővülő ismeretek, technikai anyagok fordítására és elektronikus formában való terjesztésére is, pl. honlap-készítés, szemináriumok szervezése stb. szükség van. Ennek anyagi feltételrendszere a szerződés keretében nem biztosított. Ehhez az Oktatási Minisztérium Kutatás-fejlesztési Helyettes Államtitkárság által kiírt pályázatból, annak az „EU K+F Tematikus Hálózataiban való részvétel elősegítése” szegmenséből szeretnénk megteremteni a feltételeket.

A hálózatba azokat a nagyvállalatokat kívánjuk bevonni, amelyeknek tevékenysége potenciális veszélyforrást jelent az épített és a természetes környezetre, illetve a lakosságra, továbbá azokat, amelyeknél a karbantartás vagy káreset miatti termelés kiesés jelentős veszteségeket okoz a vállalat és/vagy más vállalatok és a lakosság számára. Tehát elsősorban a vegyipari cégeket (TVK, BorsodChem, Nitrokémia), a kőolajipari cégeket (Mol), a kohászati vállalatokat (Dunaferr) és az erőműveket (Paksi Atomerőmű, Tiszalöki Vízerőmű és hőerőművek), illetve a nagy áram-, víz- és gázszolgáltató cégeket célozzuk meg (8. ábra).



8. ábra. A RIMAP-Hungary

Meg kívánjuk teremteni a felkészülés lehetőségét a magyar ipar számára a RIMAP projekt keretében kidolgozásra kerülő európai uniós szabvány bevezetésére, mely valószínűleg kötelező érvénnyel fogja szabályozni az említett tevékenységi körű vállalatok karbantartási és állapot-felügyeleti tevékenységét.

Céljaink elérése érdekében a következőket kívánjuk tenni:

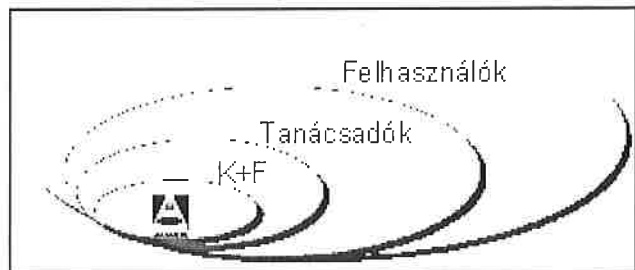
Részt venni a RIMAP-Network és a projekthez kapcsolódó értekezleteken, workshopokon, hogy az ott elhangzottakat továbbítani tudjuk magyar partnereinknek.

A RIMAP-Hungary honlapját elkészíteni és karbantartani a (<http://rimaphungary.bzlogi.hu>) címen. Levelezőlistát fogunk létrehozni és működtetni.

A létező angol nyelvű publikus adatokat átvesszük az RIMAP (<http://www.mpalifetech.de/rimap>) honlapjáról, lefordítjuk és elhelyezzük a lokális honlapunkon (<http://rimaphungary.bzlogi.hu>), illetve folyamatos információterjesztést és ennek hatékonyságát segítő marketing tevékenység végzünk. Magyar nyelvű oktatási csomagot dolgozunk ki a mérnöktovábbképzés számára. Utmutatókat, szabványjavaslatot készítünk.

A hazai partnerek számára folyamatosan megbeszéléseket szervezünk. Az EU-RIMAP hálózat képviselőinek jelenlétével 2003 júniusában kelet-európai szemináriumot tartunk. Kérdőíveket dolgozunk ki az információs rendszer hatékonyságának és hasznosságának, illetve az igények felmérésére. Mérnöktovábbképző tanfolyamokat és szemináriumokat szervezünk 2002 negyedik negyedétől kezdődően.

A kockázat alapú karbantartási stratégia meghonosításához és széles körű hazai elterjesztéséhez kapcsolódó tevékenység egy, másfél éven belül önfinanszírozó lesz. Ez következik abból, hogy egyrészt a multinacionális cégekhez kötődő hazai vállalkozásoknál követelményként jelenik meg e szemlélet alkalmazása, másrészt a tisztán hazai érdekeltségű nagyvállalatoknál – éppen a bevezetésben említett versenyképesség, biztonság és költséghatékonyság miatt – elemi érdek fűződik a kockázat alapú karbantartáshoz. Mindezek figyelembevételével belátható időn belül kialakul hazánkban a kockázat alapú karbantartáshoz kapcsolódó tevékenységeknek a 9. ábrán vázolt struktúrája, amelyben a partnerek az érdekek kölcsönös érvényre juttatásával közösen tevékenykednek. Ezen elvek figyelembevételével kíván tevékenykedni a BAYLOGI a RIMAP-HUNGARY projektben.



9. ábra. Részvételi lehetőség a RIMAP-Hungary projektben

Irodalom

- [1] A. S. Jovanovic – S. Stupka: RIMAP Network – Risk Based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry, Minutes RIMAP Network Kick-Off Meeting, Stuttgart, 2001. március 28.
- [2] Tóth L – Szávai Sz: Kockázat alapú karbantartási stratégiák – Európai törekvések – RIMAP, ENERGOREP 2001, Balatonkenese, 2001. november 13-15.
- [3] A. S. Jovanovic: The very first draft of the „Plan Task D3 White Document on Recommended Practice”, Stuttgart, 2000. március 31.
- [4] A GIRT-CT2001-05027 számú EU5 Growth program szerződése.

Az akusztikus emissziós integritásvizsgálat lehetősége a nyomástartó berendezések üzembe helyezésénél, időszakos vizsgálatánál

Szűcs Pál*

A kazánok és egyes nyomástartó berendezések hatósági felügyeletének, illetve biztonsági szabályzatának 2002. december 31-től hatályba lépő, az Európai Unió jogrendjével harmonizált szabályozása szükségessé teszi a nyomástartó berendezések gyártóművi vizsgálatának és üzem közbeni ellenőrzésének ismételt átgondolását, összehangolását.

Gyártás, forgalmazás

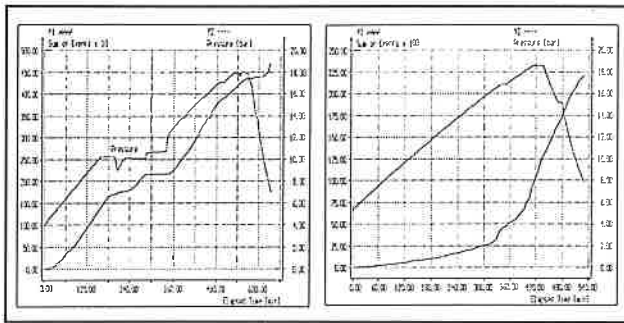
A nyomástartó berendezéseket hazánkban is a PED előírásaival összhangban gyártják és forgalmazzák. A gyártómű az edény dokumentációjában (gépkönyv) közli az edény adatait:

- méretek,
- anyagminőségek, anyagjellemzők,
- gyártási eljárás,
- vizsgálati eredmények,
- szilárdsági nyomáspróba jegyzőkönyv.

A gyártóműben végrehajtott szilárdsági víznyomáspróbát célszerű kiegészíteni akusztikus emissziós (a.e.) integritásvizsgálattal. Az edény méretének és tagoltságának megfelelő számú érzékelővel elvégzett vizsgálat megfelelően dokumentált jegyzőkönyve ugyanúgy alapidokumentuma az edénynek, mint a kellő részletességgel kitöltött gépkönyv. Az a.e. vizsgálat érzékenysége jellemző, hogy a hőkezeletlen, maradó

* okl. fizikus, MBVTI Kft.

feszültségekkel terhes edény akusztikus aktivitása a nyomáspróba során a hőkezelhez képest lényegesen nagyobb (1. a és b ábra).



1. ábra. A hőkezeletlen (a) és a hőkezelt edény (b) a.e. vizsgálata

Ahhoz, hogy a gyártóművi víznyomáspróba során végzett akusztikus emissziós integritásvizsgálat alapdokumentuma lehessen az edénynek, a jegyzőkönyvnek a következő adatokat kell tartalmaznia:

- az érzékelők száma és pontos helye,
- az érzékelők, az előerősítők típusa, az alkalmazott szűrő,
- a mérőműszer típusa,
- az alkalmazott küszöb (threshold) szint,
- nyomás-idő diagram,
- amplitúdó-idő diagram,
- összesemény (szumma events)-idő diagram,
- szumma amplitúdó–nyomás diagram,
- amplitúdó eloszlás diagram,
- lokalizációs térkép (ha készíthető).

Ily módon az edény olyan alapadatait dokumentáltuk, amelyekre támaszkodva az állapotellenőrzést végző vizsgálok objektív véleményét alkothatnak majd az edény állapotának, anyagtulajdonságainak változásairól.

Üzemeltetés

A felállított edény üzemelése során különböző környezeti hatásoknak és üzem/üzemzavari igénybevételeknek van kitéve. Ezek ismeretében tervezzük meg az edény időszakos felülvizsgálatának ciklusidejét és az elvégzendő vizsgálatok típusát. A vizsgálatok szemrevételezésből, roncsolásmentes vizsgálatokból állnak (szerkezeti vizsgálat, részleges szerkezeti vizsgálat), és ha ezek eredménye kielégítő, hatósági szilárdsági nyomáspróbára kerülhet sor. Ha az időszakos vizsgálat keretében elvégzett nyomáspróba is kiegészül akusztikus emissziós integritásvizsgálattal (erre mutat példát a 2. ábra), annak eredménye helyettesítheti, illetve megerősítheti a korlátozottan elvégezhető szerkezeti vizsgálatot, biztos támpont az edény minősítéséhez.

Mi ennek a feltétele? Az, hogy az akusztikus emissziós integritásvizsgálatot a gyártóművi vizsgálattal azonos módon végezzék el. Ez azt jelenti, hogy a vizsgálathoz

- azonosan telepített, azonos típusú és számú érzékelőt,
- azonos típusú előerősítőket, szűrőket és műszert,
- azonos küszöb (threshold) szintet és
- azonos terhelési programot alkalmaznak.

Hazánkban a Paksi Atomerőmű reaktortartályain évtizedes gyakorlatot szerzett az ilyen összehasonlító akusztikus emissziós integritásvizsgálatban a vizsgálatot végző AEKI és Erőkar, valamint a vizsgálatot koordináló PA Rt. AGVO.

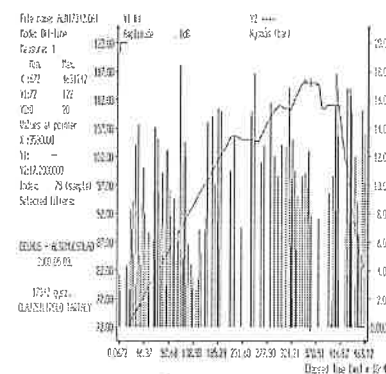
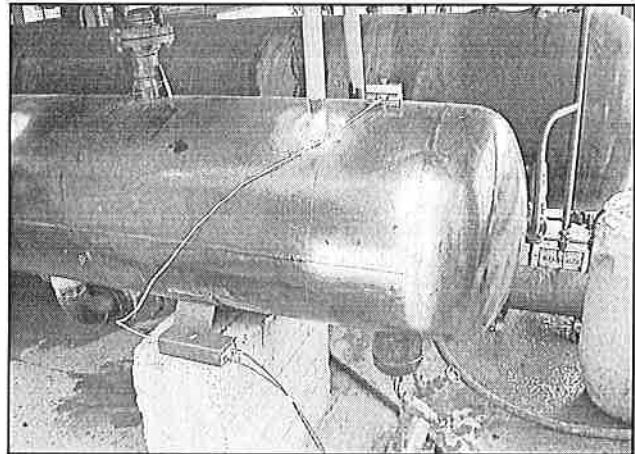
Magyarországra a 80'-as években kazándob csak úgy jöhetett be, hogy a gyártóműben elvégezték rajtuk az akusztikus emissziós integritásvizsgálatot. Ezek a dokumentumok az üzemeltetőknél és a vizsgálatokat végző laboratóriumban hozzáférhetők.

Egyes, a tervezett élettartamukat meghaladt üzemidejű dobok maradék élettartamának értékelésekor is támaszkodtak a hatósági víznyomáspróbaához kapcsolódva elvégzett akusztikus emissziós vizsgálat

eredményére, nevezetesen a százhalombattai (3. kazán dob), az ajkai, a pécsi és a tiszapalkonyai erőmű kazándobjai esetében.

Ugyancsak hasznos segítség az akusztikus emissziós vizsgálattal kiegészített nyomáspróba a dupla falu, vákuumszigetelésű, cseppfolyós gázt tároló tartályok üzemelési engedélyének ismételt meghosszabbításához, mivel az edény a hagyományos roncsolásmentes vizsgálatok számára hozzáférhetetlen.

Ipari gázpalackok, sűrített levegő palackok időszakos vizsgálata során szortírozó vizsgálat lehet az akusztikus emisszió (ASTM E-1419-91): csak az akusztikus emisszió által kiemelt edényeken kell szemrevételezést, szokásos roncsolásmentes vizsgálatokat végezni.



2. ábra. Példa a nyomáspróbával egyidejűleg elvégzett a.e. vizsgálatra

Összegzés

Az akusztikus emissziós műszerfejlesztésnek és vizsgálatoknak nemzetközileg is elismert gyakorlata és kultúrája alakult ki Magyarországon. A vizsgálatokat az MSZ EN ISO/IEC 17025:2001 szerint (MSZ EN 45001:1990) akkreditált laboratóriumokban tevékenykedő, államilag elismert AET-1 és AET-2 fokozatú képesítéssel (OKJ) rendelkező anyagvizsgálók (AET-3 fokozattal három kolléga rendelkezik!) végzik. A két hazai fejlesztésű műszer is kielégíti az EN 13477-2:2001 előírásait, és valószínűleg megfelelőek a külföldről behozott típusok is.

Tehát a vizsgálok oldaláról a feltételek és a kapacitás is adott, csak az üzemeltetők elhatározása hiányzik.

Irodalom

- [1] Süle János: Az anyagvizsgálat az állapotfüggő karbantartás hasznos eszköze, Energia és Atomtechnika, XXXVIII. (7-8-9). 293-300. oldal
- [2] Szűcs Pál: Az akusztikus emisszió története, Anyagvizsgálók Lapja, (1993) 4. 132-133. oldal
- [3] Pellionisz, P., Szűcs, P.: Acoustic Emission Monitoring of Pressure Vessels, Int. J. Pres. Vessels & Piping 55 (1993) pp287-294.
- [4] Szerk.: Pellionisz P.: Akusztikus emissziós anyag- és szerkezetvizsgálatok, GTE, Budapest, 1992.
- [5] Szűcs Pál: Búvónyílással el nem látott edények felületvizsgálata, Létesítmény-technika IV. (1999) 12-14. oldal.

Az ütővizsgálat információtartalmának növelése

Rittinger János

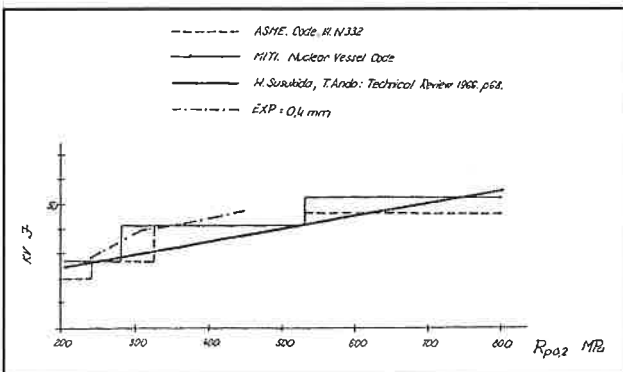
Bevezetés, rövid visszatekintés

Az ütővizsgálat bevezetése George Charpy (1865–1925) nevéhez fűződik. A vizsgálati módszert 1901-ben Budapesten ismertette az Anyagvizsgálók Nemzetközi Egyesületének kongresszusán [1]. Az ütővizsgálat jelenlegi formája hamar kialakult. Megjelentek a 750, illetve a 300 J maximális energiájú ütőművek. Hosszabb időt vett igénybe a próbatestek méretének és bemetszésük alakjának kialakulása. Ez a folyamat párhuzamosan ment végbe a rideg törést szenvedett káresetek elemzésével. Kezdetben keresték azt a próbatest típust, illetve követelményt, amely a legjobban leírja a káreseteményt. Ezek a vállalkozások kudarcra végződtek. Sajnálatos, hogy a kudarcból sokan a vizsgálati módszerre vontak le hibás következtetést.

A hegesztett szerkezetek acéljainak rideg törési kategóriákba sorolása az ütővizsgálat eredménye alapján az MSZ 6280:1965 szabványban látott napvilágot. Ezt követték az ütővizsgálat megbízható alkalmazásához szükséges, a vizsgálat eredményét befolyásoló tényezők hatásvizsgálatai. A bemetszés, a próbavétel irányának, a próbatest méretének és az öregítés módjának hatásával a [2–4] munkák foglalkoztak. A hazai vizsgálatok hozzájárultak az ütővizsgálat eredményeinek szórásanalíziséhez [5–6]. Az ütővizsgálat módszertani kérdéseinek tisztázása tette lehetővé az acél-kiválasztási rendszer kidolgozását két, jelentős szerkezettípusra [7–9].

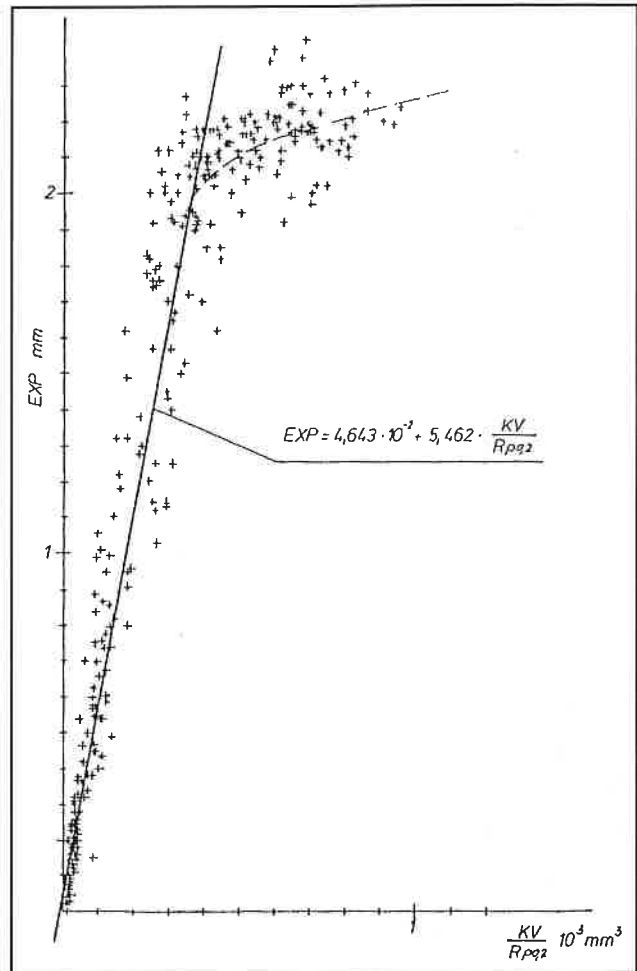
A törésre fordított munka (KV) meghatározása mellett bevezették az ütőpróbatest töretfelületén a keresztirányú expanszió mérését [3]. Több kísérlet történt a töretfelület értékelésére, de ennek a mérőszámnak a meghatározása, elsősorban a leolvasás bizonytalansága miatt, csak korlátozottan terjedt el hazánkban.

A törésre fordított energia függ az acél folyáshatárától. Az eltérő folyáshatárú acélok rideg törési kategóriákba sorolása csak akkor tekinthető egyenértékűnek, ha az átmeneti hőmérséklet kijelöléséhez választott energiaszintet a folyáshatártól függően választjuk meg. Lágy ($R_m < 470$ MPa) acélokon végzett ütővizsgálatok eredményét értékelve a $KV = 27$ J energiaszinthez 0,4 mm expanszió tartozott [3]. Az expanszió értékét folyáshatártól független mérőszámnak tekintve, a 0,4 mm expanszióhoz tartozó ütőmunka és a folyáshatár kapcsolatát az 1. ábra szemlélteti. Ezt az összefüggést felhasználva írta elő az MSZ 6280 szabvány az átmeneti hőmérséklet kijelöléséhez az ütőmunka folyáshatártól függő értékét, mégpedig: $KV = 27$ J, ha $R_m \leq 470$ MPa, illetve $KV = 40$ J, ha $R_m > 470$ MPa.



1. ábra. A 0,4 mm expanszióhoz tartozó ütőmunka változása az acél folyáshatárának függvényében

A folyáshatárra vonatkoztatott ütőmunka és az expanszió között lineáris kapcsolat van (2. ábra). Ennek ismerete jelentős segítséget nyújt a hegesztési varratok törésmechanikai vizsgálatának értékeléséhez, mivel ehhez az értékeléshez szükséges a folyáshatár ismerete. Viszont



2. ábra. Az expanszió és a folyáshatárra vonatkoztatott ütőmunka kapcsolata

a hegesztési varratok folyáshatárát sok esetben nem határozzák meg (illetve nem tudják meghatározni), ám értékére becslés tehető a 2. ábra szerinti kapcsolat ismeretében, ha a varratban bemetszett ütőpróbatest vizsgálatával meghatározzuk az ütőmunka és az expanszió értékeit. A bemetszés hatására, a próbatest méretére, a próbavétel irányára, az átmeneti hőmérséklet kijelölési feltételére (töretfelület, expanszió, ütőmunka) vonatkozó vizsgálatok eredményeinek szintézisét évtizedek óta szabványok (pl.: MSZ 4308) tartalmazzák.

Műszerezett ütővizsgálat

Az ütővizsgálat során az erő időbeli változásának regisztrálására mérőrendszert helyeztek üzembe a Vaskútban 1971-ben [11]. A rendszer alapját egy 300 J maximális energiájú, 5,5 m/s maximális ütési sebességű ingás ütőmű képezte. Az ütőfej élére ragasztott, fél hidat alkotó nyúlásmérő bélyegek érzékelték az erőt, melynek változását az idő függvényében a Tectronix 76023 memória oszcilloszkóp regisztrálta. A vizsgálat eredményéhez a regisztrátumról készített felvétel (3. ábra) kiértékelésével jutottunk. Az erőmérő cella kalibrálásához a regisztrátum területét összevetettük az ütőmunka értékével. A műszerezett ütőművel 1971–1974. között elvégzett nagyszámú vizsgálat eredményeinek értékelése az erőmérés pontatlanságára mutatott rá. Az erőmérés egyre pontatlanabbá vált a berepesztett próbatestek $> 10^5$ MPa·m^{0,5}·s⁻¹ sebességű vizsgálataikor. Az erőmérés pontatlanságára tett megfigyelés-



3. ábra. Az erő változása az idő függvényében; műszerezett ütővizsgálat seinket a szakirodalom is alátámasztotta [12]. A pontos erőméréshez szükségessé vált az ütés során lejátszódó folyamatok megismerése. Az ütközéskor az erőmérő testben rugalmas hullámok keletkeznek, amelyek periódus ideje:

$$\tau = 1,68 \cdot [S \cdot E \cdot B \cdot C_s]^{0,5} \cdot V_0^{-1}$$

ahol $S = 4W$ a támaszköz, E a rugalmassági tényező, B a próbatest vastagsága, C_s a próbatest (compliance) állandója és V_0 a hang terjedési sebessége a vizsgált anyagban.

Acél esetén, ha $W = 10$ mm: $\tau = 7 \cdot 10^{-6} [E \cdot B \cdot C_s]^{0,5}$. A próbatest dimenziómentes állandója: $E \cdot B \cdot C_s = 72 \cdot g(a/W) - 20$, ahol

$$g(a/W) = 1,68(a/W)^2 - 3,95(a/W)^3 + 16,38(a/W)^4 - 37,23(a/W)^5 + 77,55(a/W)^6 - 128,87(a/W)^7 + 172,53(a/W)^8$$

Abban az esetben, ha az erőt $t > 3\tau$ idő elteltével kell mérni – mely a repedés hosszától, az a/W értéktől függ –, akkor a rugalmas hullámok jelentős mértékben csillapodnak, és az erőmérő cella hűen követi az erő változását az idő függvényében. Ha az erőméréshez tartozó idő $1,42\tau < t < 3\tau$ tartományba esik, akkor az erő jelét szűrni kell. Az RC felülvágó (alul áteresztő) szűrő frekvenciája: $f_{0,9dB} = 0,35/1,1\tau$.

A módszertani kísérletek eredményeinek felhasználásával új műszerezett ütőművet helyeztek üzembe a Vaskútban. Az ütőmű maximális energiája: 750 J. A DIN 51222 szerinti élképzésű erőmérő testen a teljes hídba kapcsolt 2 db 120 Ω -os, 3 mm-es jeltávú nyúlásmérő bélyeg jelét a fentiek szerint megválasztott frekvenciájú felülvágott szűrő szűrte, majd az erősítést követően a jelet a Gould OS 4000 típusú transziens rekorderrel egybeépített tárolós oszcilloszkóp rögzítette. Az ütőmű energiája lehetővé tette, hogy nemcsak az 5,8 m/s legnagyobb ütési sebességgel, hanem a 3,8 és az 1,9 m/s sebességekkel is végezhessünk vizsgálatokat. Ezzel a műszerezett ütőművel végeztük az atomerőmű szerkezeinek anyagain a vizsgálatokat [13; 14].

A módszertani fejlesztések új fejezetét a számítógéppel összekapcsolt ütőmű nyitotta meg. Ezzel lehetőség nyílt az elektronikus szűrők helyett a matematikai szűrőprogramok alkalmazására, a jelfeldolgozás és a kiértékelés folyamatának a felgyorsítására. Ezek a munkák elsősorban a Miskolci Egyetem munkatársainak nevéhez fűződnek. Az Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratóriumában létesített, max. 750 J ütési energiájú műszerezett ütőmű már a Miskolci Egyetem munkatársainak közreműködésével készült [15].

Példák a vizsgálatok eredményeiből

A dinamikus folyáshatár

Az ütővizsgálat során regisztrált erő–idő függvényből meghatározható a dinamikus folyáshatár:

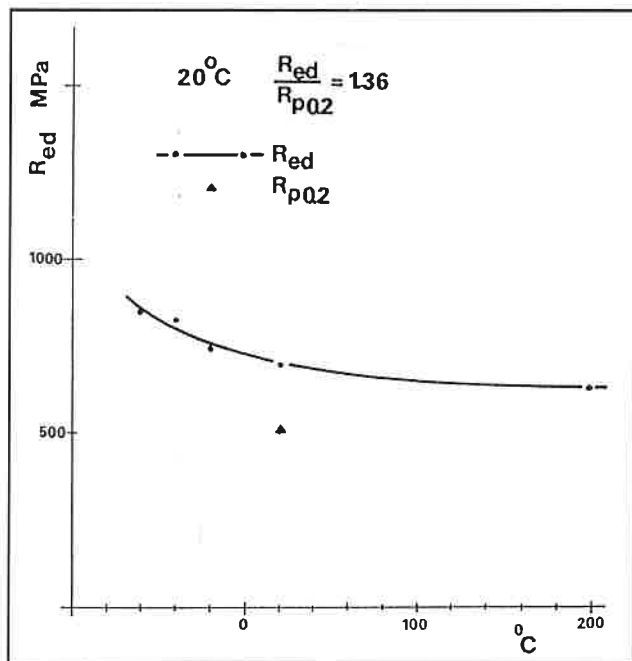
$$R_{ed} = \frac{4 \cdot M}{c \cdot (W - a)^2},$$

illetve a nyomatékot (M) a folyáshoz tartozó erőből számolva és behelyettesítve az ISO-V próbatest méreteit:

$$R_{ed} = 4,67 \cdot 10^{-2} \cdot F_{ed} \quad \text{N/mm}^2,$$

ha F_{ed} értéke N-ban van helyettesítve:

A reaktortartály 15H2MFA jelű szerkezeti acélja műszerezett ütővizsgálatot meghatározott dinamikus folyáshatárának változását a hőmérséklet függvényében szemlélteti a 4. ábra.



4. ábra. A műszerezett ütővizsgálatot meghatározott folyáshatár változása a hőmérséklet függvényében; 15H2MFA jelű acél

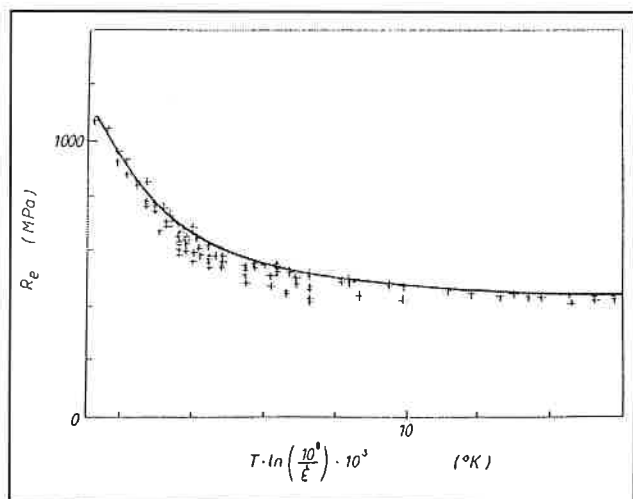
Az alakváltozás sebessége: $\dot{\epsilon} = A \cdot \exp\left(-\frac{H}{T}\right)$,

ahol A állandó ($A \sim 10^8 \text{ s}^{-1}$ a felületen középpontos köbös rácsú fémekre), H a jelenség aktivációs energiája, T a hőmérséklet.

Kifejezve az alakváltozási sebességből a H aktivációs energiát:

$H = T \cdot \ln\left(\frac{A}{\dot{\epsilon}}\right)$, a dinamikus folyáshatár hőmérséklet- és alakváltozási sebesség-függésére írható: $R_{ed} \approx f\left[T \cdot \ln\left(\frac{A}{\dot{\epsilon}}\right)\right]$

Króm-molibdén-vanádium ötvöztetésű acél dinamikus folyáshatárának változását a hőmérsékletet és az alakváltozási sebességet tartalmazó paraméter függvényében az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra. A folyáshatár változása a hőmérsékletet és az alakváltozási sebességet tartalmazó paraméter függvényében; Cr-Mo-V-ötvöztetésű, nemesített állapotú acélok

Egyes törésmechanikai jellemzők meghatározása

A dinamikus törési szívósság: $K_d = \frac{F_{Qd}}{B \cdot W^{0.5}} \cdot Y(a/W)$

A $K_d \equiv K_{Id}$ teljesülésének feltétele a statikus vizsgálatokhoz hasonló:

$$B(W-a), a \geq \alpha \left[\frac{K_d}{R_{cd}} \right]^2$$

Az α értékét 0,3 – 1 között ajánlják. Az $Y(a/W)$ megegyezik a statikus vizsgálatok értékeléséhez használttal.

A K_d jelölés helyett gyakran használják a $K(PCI)$ jelölést, amely a vizsgálati módszerre utal (PCI = precracked Charpy impact).

A dinamikus J integrál: $J_d = \frac{2\Delta E_m}{B + (W-a)}$

ahol $\Delta E_m = \Delta E_m - \frac{F_m^2}{2} C_M$, és $C_M = C_T - C_S$, illetve $C_T = V_0 t_m / F_m$, ΔE_m az erő maximumának eléréséig felhasznált energia az ütőfej lassulásának figyelembevételével, C_M az ütmű állandója, C_T a vizsgálat és C_S a próbatest állandója.

A J_d -ből számított K_{Id} összevetése a K_d értékével a vizsgálat jóságának ellenőrzése mellett a mérőszámok érvényességének eldöntéséhez is felhasználható.

Az ekvivalens energia [19] módszerével a K_d^E dinamikus törési szívósság a következők szerint határozható meg:

$$K_d^E = \frac{F^*}{B \cdot W^{0.5}} Y(a/W), \text{ ahol } F^* = \left[\frac{2 \cdot \Delta E_m}{C_S} \right]^{0.5}$$

A repedés kinyílása: $\delta_D = V_0 \cdot t_m \left[1 - \frac{\Delta E_m}{4E_0} \right] - \delta_M$, ahol $\delta_M = F_m C_M$

A $J_d = m \cdot \delta_D \cdot R_{ed}$ lineáris kapcsolat a mérés pontosságának ellenőrzését teszi lehetővé.

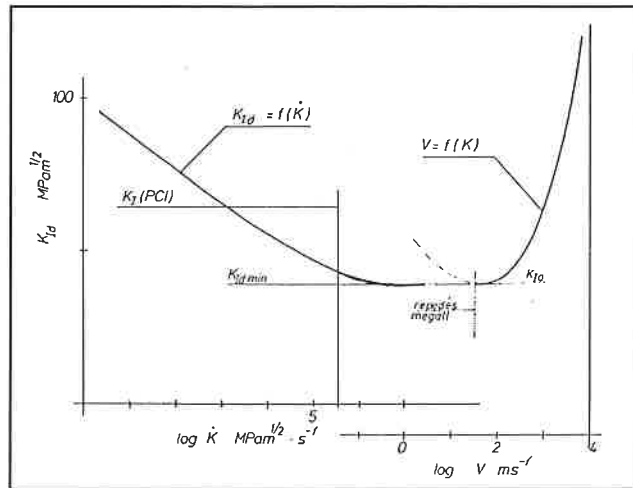
A dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők ismeretének jelentősége

A műszerezett ütővizsgálat és segítségével a dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők meghatározása még ma is szép feladatokat tartalmazó nagy kihívás az anyagvizsgálók számára. Ahhoz, hogy a módszertani fejlesztéseknek értelme legyen, tisztában kell lenni a dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők jelentőségével.

A statikus törésmechanikai anyagjellemzők érvényességi határa: $\dot{K} < 2,5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$ A $\dot{K}$ növekedésével a törésmechanikai anyagjellemző csökken, és az eddigi ismereteink szerint $\dot{K} = 10^5 - 10^6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$ tartományban minimumot ér el. Szerkezeteken (főleg csövezetéseken) és szerkezetek modelljein végzett törési kísérletek eredményei szerint, ha a repedés tövében csökken a feszültségintenzitási tényező, a repedés terjedési sebessége csökken, illetve a repedés megáll. Feltételezik, hogy a $\dot{K} = 10^5 - 10^6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$ tartományban mért K_{dmin} feszültségintenzitási tényező értéke azonos a repedés megállásához tartozó értékkel. Ezt a gondolatot foglalja össze a 6. ábra.

Abban az esetben, ha egy szerkezet törésmechanikai méretezését a K_{dmin} feszültségintenzitási tényező felhasználásával végzik, akkor a figyelembe vett terhelés és a feltételezett méretű hiba esetén nem következik be instabil repedésterjedés. De a méretezésnél figyelembevevtnél nagyobb terhelésnél, például véletlen esemény hatására fellépő igénybevételnél bekövetkezik a repedés terjedése. Ennek hatására viszont a feszültségintenzitási tényező értéke a K_{dmin} értékre csökken, és a repedés megáll. Ez az esetek túlnyomó többségében kizárja a szerkezet katasztrófális rideg törését. Ebben van a dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők meghatározásának a jelentősége.

A törésmechanikai méretezéshez (ellenőrzéshez) használt referencia görbéknél is megkülönböztetik a repedés megállásához tartozó statikus: $K_{IR} = a_1 + b_1 \cdot \exp[c_1 \Delta T]$, $\dot{K} < 2,5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$, illetve dinamikus: $K_{Id} = a_2 + b_2 \cdot \exp[c_2 \Delta T]$, $\dot{K} = 10^5 - 10^6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$ eseteket [20].



6. ábra. A feszültségintenzitási tényező változása a terhelési sebesség függvényében

Összefoglalás

Közleményünkben áttekintettük a műszerezett ütővizsgálat bevezetésétől 1985-ig a Vaskutban elvégzett fejlesztésről. A külföldi és a hazai közlemények közül csak azokra hivatkoztunk, amelyeket felhasználtunk a fejlesztéshez és az alkalmazás során.

Az acélok rideg törési érzékenységének meghatározásához az ütővizsgálat ma már általánosan elfogadott módszer. Az átmeneti hőmérséklet pontos kijelölése lehetővé teszi az acélok és hegesztett kötések rideg törési érzékenységének összehasonlítását. A szabványokban, szabályzatokban rögzített acél-kiválasztási rendszerek az ütővizsgálattal meghatározott átmeneti hőmérsékletet tekintik anyagjellemzőnek.

Az ütővizsgálat információtartalma műszerezéssel növelhető. Ehhez megbízható erőmérésre és pontos kalibrálásra van szükség. Műszerezett ütővizsgálattal meghatározhatók az acélok folyáshatára a nagy alakváltozási sebesség ($\dot{\epsilon}$) és hőmérséklet (T) tartományában, továbbá a dinamikus törésmechanikai anyagjellemzői a $\dot{K} = 10^5 - 10^6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$ tartományban.

Hivatkozások

- Tóth, L.: Az anyagvizsgálat rövid története, MTS Training Center User Club, Miskolc (1994)
- Rittinger, J.: Ölvözzellen és gyengén ölvözzelt acélok hegeszthetőségi vizsgálata, Kutatási jelentés, Vaskut (1966)
- Rittinger, J., Fehérvári, A.: Az 52C, 52D és 58C jelzésű acélok tulajdonságainak megismerése, Kutatási jelentés, Vaskut (1968)
- Gállick, I.: Hegesztett hídsszerkezetek rideg törése és az új acélangyak: UKI 38, Kiadvány, Budapest (1970)
- Fehérvári, A.: Scatter of impact test results of weld metal made by gas shielded and submerged arc processes, Advances in Welding Proc. Conf., Harrogate (1970) 261/262.
- Fehérvári, A., Rittinger, J.: Observation on scatter of impact energy, Doc. 2912-1971 (IIW) MSZ 6441: Hegesztett acélszerkezetek. Hegesztett kötések és szerkezeti elemek tervezése. Műszaki követelmények (hatályon kívül; részletei megtalálhatók az MSZ 15024 szabványban)
- Fehérvári, A., Rittinger, J.: Acélok kiválasztása nyomástartó szerkezetekhez rideg töréssel szembeni érzékenység alapján, BKL Kohászati 104 241 (1971)
- Fehérvári, A., Rittinger, J.: Stahlauswahl für druckausgesetzte Konstruktionen auf Grund ihrer Sprödeuchtemplindlichkeit, Neue Hütte 18 209 und 245 (1973)
- MSZ 13802: Nyomástartó edények tervezése. Az acél-kiválasztási tervezési követelményei a rideg törés elkerülésére
- Fehérvári, A., Rittinger, J.: A törési folyamat megismerése az erő változásának regisztrálásával ütőhajlító vizsgálat során, BKL Kohászati 104 273 (1971)
- Instrumented Impact Testing, ASTM STP 563 (1974)
- Rittinger, J.: Hazai vizsgálatok a 15H2MFA jelű reaktortartály szerkezeti acélon és hegesztett kötésein, Kutatási jelentés, Vaskut (1980)
- Szilárdsgai ellenőrzések és ismétlődő vizsgálatok a berendezések állapotának és becsült élettartamának meghatározásához, OKKFT A/11-4 Alprogram, Vaskut-KFKI-VEIKI (1981-85)
- Lenkeyné dr. Bíró Gy. et al: Módszer honosítása erómű anyagok dinamikus törésmechanikai vizsgálatához, Jelentés, Miskolci Egyetem (1993)
- Rittinger, J., Tóth, K., Macsári, K.: Dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők meghatározása műszerezett ütővizsgálattal, I. Országos Törésmechanikai Szeminárium, Aggtelek (1981)
- Rittinger, J., Tóth, K., Macsári, K.: Dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők meghatározása műszerezett ütővizsgálattal, Gép XXXIV 191 (1982)
- Rittinger, J.: Módszerek a statikus és a dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők meghatározásához, Kutatási jelentés, Vaskut (1981)
- Witt, F. S.: The equivalent energy method for calculating elastic plastic fracture, 4th National Symposium on Fracture Mechanics, Pittsburg (1970)
- Rittinger, J.: A referencia görbék jelentősége a törésmechanika gyakorlati alkalmazásánál, Gép XXXIV 393 (1982)

Keménységmérési eljárások lágy anyagok méréséhez

Kovács Zoltán Miklós*

Alapok, eljárások

Martens állította fel 1900 körül a következő definíciót: „A keménység az az ellenállás, amit egy test fejt ki egy másik (kemény) test behatolásával szemben.”

Ez az egyszerű, de pontos megfogalmazás épp oly találó ma is, mint száz évvel ezelőtt. A technikai keménység egy mechanikai mennyiség, amely jellemzi az anyagot, az anyag állapotát.

A keménység nem mérhető közvetlenül, egyéb elsődleges, jól mérhető mennyiségekből módszer szerinti számítással meghatározott érték. Ilyen jellemzők lehetnek:

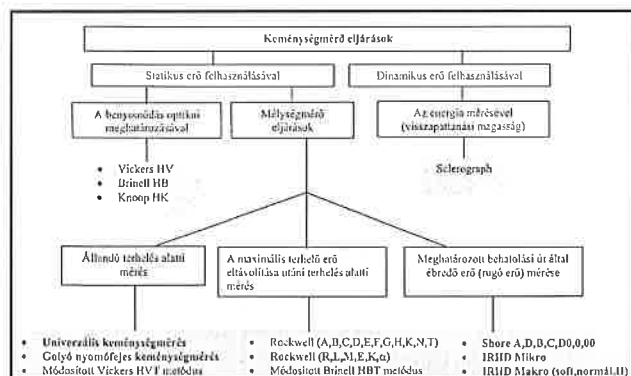
- a mérő terhelés értéke és a behatoló test benyomódását jellemző geometriai adat (pl.: a benyomódás mélysége, a lenyomat mérete),
- egyéb anyagjellemzők, pl. karcolási ellenállás.

A keménységértékek csak akkor összehasonlíthatóak, ha azonos módszerrel lettek meghatározva. A keménység számszerű értéke csak a következők ismeretében határozható meg:

- a keménységérték definíciója (keménységi skála),
- a behatoló test alakja, méretei és anyaga,
- a terhelő erő nagysága, típusa (pl. rugó által adott), a terhelés időtartama,
- a próbatest anyag- és felületi minősége.

A keménységmérő eljárás megválasztásának legfontosabb szempontjai:

- gazdasági tényezők,
- a próbatest előkészítési ideje,
- az eszközök és gépek hozzáférhetősége,
- a próbatest anyaga és várható keménysége,
- a próbatest formája, méretei, súlya és megközelíthetősége,
- a sorozatok nagysága,
- a várható szórás.



Keménységmérés műanyagban és gumin

A keménységmérő metódusokat összefoglaló ábrán látható vizsgálati eljárások elviekben mind felhasználhatóak lágy anyagok vizsgálatára is, de a gyakorlatban mégis csak a vastag betűvel jelöltek terjedtek el a műanyagok és gumik vizsgálatához. Jól látható, hogy ezek mindegyike a mélységmérő eljárások közül kerülnek ki. Ez egyrészt az azal magyarázható, hogy a műanyagok felületén gyakran nehéz optikailag meghatározni a benyomódás geometriai méreteit a kis kontraszt miatt. Másrészt lényeges jellemzője ezeknek az anyagoknak, hogy geometriai változásaik gyakran erősen időfüggők, az alkalmazott mérési metódus épp ezért a benyomódási mélység mérése előtt általában a terhelést fenntartja egy megadott ideig.

* SENSELEKTRO Kft.

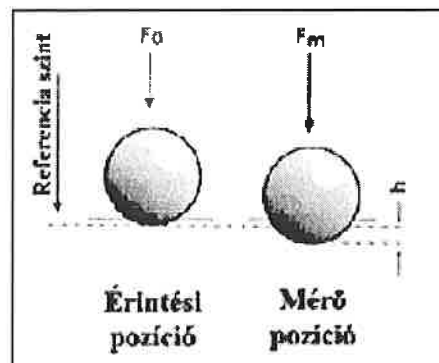
Az eljárások rövid bemutatása

Keménységmérés golyó behatoló testtel
(MSZ EN ISO 2039-1 szerint)

Mérőegység: jelölése H. A golyó h benyomódásának mélységét méri, és korrigálja a nyomófej görbületével, majd ebből meghatározzák a golyónyom felületét.

Definíció: A H keménység értéke a terhelő erő és a golyónyom felületének a hányadosa.

Példa a vizsgálati eredmény jelölésére: H 132/60 = 20 N/mm², ahol 132 a teljes terhelőerő N-ban, 60 a terhelés időtartama s-ban, 20 a keménység számértéke.



Az eljárás előnyei:

- A metódus jól alkalmazható rossz környezeti körülmények között is.
- A lenyomat relatív nagy felülete miatt alkalmas inhomogén és/vagy anizotróp anyagok vizsgálatára is.
- Jól alkalmazható nagyméretű félkész vagy készgyártmányok vizsgálatára is.
- A keménységmérő egyszerű és robusztus felépítése miatt ellenálló a sérülésekkel szemben.
- A mérés könnyen automatizálható és lehetővé teszi az on-line adatfeldolgozást, így alkalmas gyártásközi minőség-ellenőrzésre.

Az eljárás hátrányai:

- A kisméretű próbatestek vizsgálata korlátozott, mivel a benyomódás tengelyének a vizsgált test szélétől legalább 10 mm távolságra kell lennie.
- A felhasználás keménységben is behatárolt, a legkisebb érték H49/30 = 8,5 N/mm² (lágy PVC).
- Nem szabványosított a keménységmérő közvetlen ellenőrzése hitelesítő etalonnal.

Az IRHD keménység mérése lágy gumikon

Mérőegység: Nemzetközi gumi keménység érték (International Rubber Hardness Degree) IRHD.

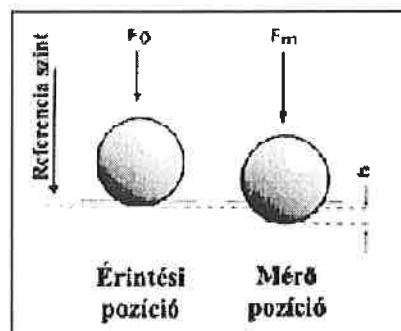
A golyó terhelés alatti benyomódási mélységét méri mm-ben.

Definíció: Táblázatból a terhelés alatti benyomódási mélység alapján kiválasztott számérték.

Példa a vizsgálati eredmény jelölésére: 43 IRHD Mikro

Az IRHD-eljárás előnyei:

- A terhelés súllyal történik, így időben állandó, nem úgy, mint pl. rugóerő terhelés esetén.
- A benyomódási mélység változása az adatfelvétel alatt kicsi, mivel a terhelés időtartama viszonylag hosszú.
- A mérés ismételhetsége domború vagy homorú felületeken jobb, mint a Shore A metódussal.



– Az IRHD makro keménység értékei megegyeznek az IRHD mikro értékekkel a hasonló rugalmasságú anyagoknál, illetve a Shore A skála értékeivel is a nagyon elasztikus anyagok esetén.

– Szemben a Shore A értékekkel, az anyag IRHD keménysége és fizikai jellemzői közti összefüggés jobb.

– Az IRHD mikro eljárás használható a kisméretű próbatesten is (pl. O gyűrűk).

– A helyi keménységkülönbségek kimérhetők az IRHD mikro eljárással.

Az IRHD-eljárás hátrányai:

– Az IRHD makro eljárással a viszonylag vastag próbatestet mérhetők.

– A súlyterhelés miatt a mérés érzékeny a külső rázkódásra. Ezt megfelelő csillapítással mérsékelni lehet.

– A kis terhelő erők miatt az IRHD eljárás használata a laboratóriumokra korlátozódik.

– Nem szabványosított a keménységmérő közvetlen ellenőrzése hitelesítő etalonnal.

A Rockwell-keménység mérése (R, L, M, E, K, α)

Mérőegység: Rockwell-keménység HR.

A golyó maradó benyomódási mélységét (h) mérik mm-ben.

Definíció: A Rockwell-keménység értéke = egy konstans – h / 0,002

Példa a vizsgálati eredmény jelölésére: 70 HRM

A Rockwell-eljárás előnyei:

– Sokféle anyag (széles keménységtartomány) mérésére alkalmas.

– A metódus

jól alkalmazható

rossz környezeti

körülmények kö-

zött is.

– Elviekben fé-

mek keménység-

ének mérésére

is alkalmas.

– Az egyetlen

szabványosított

golyó nyomófejes

keménységmérő eljárás, amely kizárólag a maradó

deformációt méri.

A Rockwell-eljárás hátrányai:

– A különböző Rockwell-skálák szerint mért eredmények nem összehasonlíthatók.

– Az eljárás eredményei kevéssé összehasonlíthatók más metódusokéval.

A Shore-féle keménységmérés

Mérőegység: Shore A vagy D keménység

A terhelés alatt mért h behatolási mélység értéke mm-ben.

Behatoló test: kúpos végű acéltű.

Definíció: A Shore A és D keménységérték =

$100 - h / 0,025$

Leggyakrabban a Shore A és D skálákat szokták

használni, a B, C, D0, 0 és 00 skálák kevésbé

használatosak.

A vizsgálati eredmény

jelölése:

Pl.: 75 Shore A 15, ahol

75 a keménység szám-

értéke, 15 a terhelés időtartama s-ban

Az eljárás előnyei:

– Az elasztikus anyagok keménységmérésének világszerte legked-

veltebb módszere

– A kisméretű teszterek, egyszerű felépítésük miatt olcsók.

– A teszterek kezelése egyszerű. Használható laboratóriumban mé-

rőállványon, beállított terhelő erővel és terepen, kézzel megadva a mé-

rőterhelést.

– Az eljárással mért értékek függetlenek a gravitációtól, így lehet-

séges a függőleges és a „fej feletti” mérés.

– Az eljárás ismételhetősége és összehasonlíthatósága jó. Ismétel-

hetősége 2 Shore (azonos megfigyelő és eszköz) összehasonlíthatósá-

ga 3 Shore (eltérő megfigyelő és eszköz). (Állványon mért értékek.)

– A mérés könnyen automatizálható és lehetővé teszi az on-line

adatfeldolgozást, így alkalmas gyártásközi minőség-ellenőrzésre.

Az eljárás hátrányai:

– A teszt nem kivitelezhető olyan kis méretű alkatrészekben, mint pl.

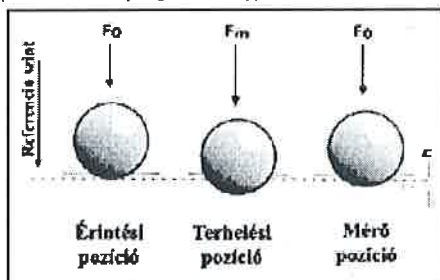
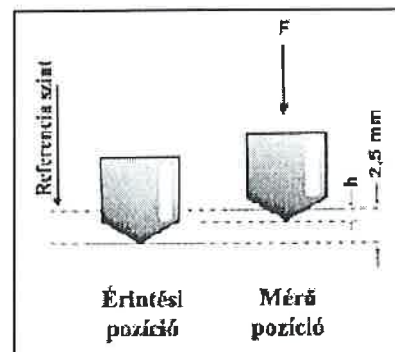
egy O gyűrű.

– A durva, tört felületen való mérés nagy szórást ad.

– Használata nem ajánlott 2 mm-nél vékonyabb darabokon.

– A nem mérőállványon végzett mérés eredményét szubjektív hiba is

befolyásolhatja.



Összefoglaló táblázat

Eljárás	Rövidítés	Behatoló test	Előterhelés	Teljes terhelés	Mérési tartomány	Szabvány
Golyó nyomófejes keménységmérés						
Golyó nyomófejes keménységmérés	H	Golyó, Ø 5 mm	9,8 N	49 – 961 N	0,15 mm ≤ h ≤ 0,35 mm	MSZ EN ISO 2039-1
Golyó nyomófejes keménységmérés lágy anyagokon						
IRHD Mikro	IRHD Mikro	Golyó, Ø 0,4 mm	0,235 N	0,1533 N	35 ≤ Mikro IRHD ≤ 98	ISO 48, DIN 53519-2, ASTM D1415
IRHD Makro H	IRHD H	Golyó, Ø 1,0 mm	8,3 N	5,7 ± 0,03 N	85 ≤ IRHD H ≤ 100	ISO 48
IRHD Makro „normál” N	IRHD normal	Golyó, Ø 2,5 mm	8,3 N	5,7 ± 0,03 N	30 ≤ IRHD N ≤ 100	DIN 53519-1, ISO 48, ASTM 1415
IRHD Makro „sol” L	IRHD L	Golyó, Ø 5 mm	8,3 N	5,7 ± 0,03 N	10 ≤ IRHD L ≤ 35	DIN 53519-1, ISO 48, ASTM D1415
Rockwell-eljárás						
Rockwell R	HRR	Golyó, Ø 12,7 mm; (1/2 inch)	98,07 N	588,4 N	0 ≤ HRR ≤ 115	ASTM D 785
Rockwell L	HRL	Golyó, Ø 6,35 mm; (1/4 inch)	98,07 N	588,4 N	0 ≤ HRL ≤ 115	ASTM D 785
Rockwell M	HRM	Golyó, Ø 6,35 mm; (1/4 inch)	98,07 N	980,7 N	0 ≤ HRM ≤ 115	ASTM D 785
Rockwell E	HRE	Golyó, Ø 3,175 mm; (1/8 inch)	98,07 N	980,7 N	0 ≤ HRE ≤ 115	ASTM D 785
Rockwell K	HRK	Golyó, Ø 3,175 mm; (1/8 inch)	98,07 N	1471,0 N	0 ≤ HRK ≤ 115	ASTM D 785
Rockwell α	HRA	Golyó, Ø 12,7 mm; (1/2 inch)	98,07 N	588,4 N	-100 ≤ HRA ≤ 120	ASTM D 785
SHORE-ELJÁRÁS						
Shore A	Shore A	Csonka kúp, csúcshög 35°	12,5 N	8,065 N	10 ≤ Shore A ≤ 90	MSZ EN ISO 868, DIN 53505, ASTM D 2240
Shore D	Shore D	Kúp, csúcshög 30°	50 N	44,5 N	30 ≤ Shore D ≤ 90	MSZ EN ISO 868, DIN 53505, ASTM D 2240
Shore B	Shore B	Kúp, csúcshög 30°	1 kg	8,065 N	10 ≤ Shore B ≤ 90	ASTM D 2240
Shore C	Shore C	Csonka kúp, csúcshög 35°	5 kg	44,5 N	10 ≤ Shore C ≤ 90	ASTM D 2240
Shore D0	Shore D0	Golyó, Ø 3/32 inch	5 kg	44,5 N	10 ≤ Shore D0 ≤ 90	ASTM D 2240
Shore 0	Shore 0	Golyó, Ø 3/32 inch	1 kg	8,065 N	10 ≤ Shore 0 ≤ 90	ASTM D 2240
Shore 00	Shore 00	Golyó, Ø 3/32 inch	0,4 kg	1,10853 N	10 ≤ Shore 00 ≤ 90	ASTM D 2240

Folyásindex mérési adatok széles körű hasznosítása

Tóth Péter*

A készülékfejlesztés jellemzése

Már-már közhelyként hangzik az a kijelentés, hogy a piaci verseny egyre élesedik, de ez fokozottan érvényes a műanyagipari ágazatra is. Az ár mellett a legjelentősebb szempont a minőség. Hosszútávon csak az a gyártó tud versenyképes maradni, aki több információt tud nyújtani a gyártott alapanyag tulajdonságairól és feldolgozhatóságának paramétereiről.

A folyásindex-mérő készülékeken éveken át változatlan megoldásokat alkalmaztak, lényeges technikai újításokat csak kb. 25 évvel ezelőtt tapasztalhattunk először. Köszönhetően a technikai fejlesztéseknek, mára az egyszerű mérőkészülékektől a sokoldalú polimer-analízáló berendezésekig jutottunk el.

Kezdetben csak az automatikus mintavágás volt az egyetlen említendő technikai fejlesztés, de igazán nagy áttörést a dugattyú elmozdulásának a mérése jelentett (l. később). A fejlesztés másik iránya a készülék automatizálása volt (pl. automatikus mintaadagolás, vágás, terhelés ráadás, a készülék tisztítása.) Ez utóbbi jelenti a legkomplexebb műszaki feladatot, hisz nagyon összetett mozgásfolyamatokat kellett automatizálni. Mégis indokolt foglalkozni vele, mert sokszor a készülék kitisztítása és új mérésre kész állapotba hozása több időt vesz igénybe, mint maga a mérési folyamat).

Napjainkban a folyásindex-mérők széles választéka áll rendelkezésre a legegyszerűbb manuális típustól a mikroprocesszor vezérlésű automatikus verzióig.

A folyásindex-mérők mindegyike abban megegyezik, hogy meghatározott nagyságú terhelést fejt ki a dugattyún keresztül az alapanyagra, hogy meghatározza azt az anyagmennyiséget (tömegben kifejezve), amely egy szabványos méretű furaton keresztül a választott időegység alatt (10 perc) kifolyik az adott mérési hőmérsékleten. Természetesen a terhelések és a hőmérséklet értékek szabványban rögzített paraméterek és az ismert és használatos párosításokat a leggyakoribb anyagok esetére az 1. táblázatban foglaljuk össze.

Mint látható a terhelés 0,325 kg – 21,6 kg tartományban változik. A leggyakrabban használatos terhelések: 1; 2,16; 5; 10; 20; 21,6 kg.

A terhelésnek mindig két összetevője van: a dugattyú és a tetejére helyezett súlytárcsa tömege. A dugattyú tömege 0,325 kg, mely a legkisebb szabványos terhelést testesíti meg (ekkor súlytárcsát nem helyezünk fel).

Tíz perc idő eltelte után az extrudált anyagmennyiséget levágva és mérlegre helyezve megkapjuk a folyásindex értékét g/10 min egységben (adott hőfokon és terhelés mellett). Ezt kezdetben MFI (Melt Flow Index) néven illették, majd később az MFR (Melt Flow Rate) elnevezést vezették be. A hétköznapi nyelvben mindkét kifejezés mai napig használatos.

Sokszor félreértésre adhat okot, ha csak az MFI értékét közlik, de a két lényeges paramétert: a hőfokot és a terhelést nem. A szám önmagában semmit nem mond csak a paraméterekkel együtt értelmezhető.

Számos technikai fejlesztés jellemzi az elmúlt időszakot a mérések automatizálása és a befolyásoló emberi tényezők kiküszöbölése, a megbízhatóbb, a konzisztens eredmények biztosítása és a szórás csökkentése érdekében.

Manapság a fő feladat megjósolni a vevők igényeit, és azoknak a mérési adatoknak a mennyiségét, amelyre szükségük lehet a minőség biztosítása érdekében. A nemzetközi tapasztalatok szerint az alapanyaggyártók az új berendezések beszerzésénél az esetek jelentős részében nem érznek motivációt olyan berendezés megvásárlása iránt, amely a pillanatnyi igény kielégítésénél magasabb technikai színvonalon áll (és itt nemcsak a berendezés magasabb beszerzési ára kell gondolni, de egy modernebb berendezés – ahhoz hogy annak adottságait megfelelően ki is tudják aknázni – jól képzett, a reológia területen jártas kezelőt is igényel). Ez a rövid távú gondolkodás azonban az esetek nagy részében visszajára fordul.

1. táblázat. A folyásindex-mérés jellemzői anyagokként

Anyag	Hőmérséklet (°C)	Terhelés (kg)
POM	190	2,16 vagy 1,05
PMMA	230	1,2 vagy 3,8
ABS	200	5
	230	3,8
Cellulose esters	190	0,325; 2,16 vagy 5,0
	210	2,16
PA	275	0,325
	235	1,0; 2,16; 5,0
PCTFE	265 vagy 310	12,5
PC	300	1,2
PE	125	0,325 vagy 2,16
	190	21,6 vagy 10
	310	12,5
PP	230	2,16
PS	200	5
	230	1,2 vagy 3,8
	190	5
PET	210, 250 vagy 285	2,16
PVA	150	2,16
PPS	315	5,0

Reagálva a piac igényeire és elvárásaira a fröccsöntés vagy extrudálás számítógépes modellezése egyre elterjedtebbé válik, melyet elsősorban az új termékek szállítási határidejének lerövidítése indukál és az a tény, hogy a feldolgozók egyre több és több információt igényelnek a feldolgozási eljárással kapcsolatban, mint valaha korábban.

Napjainkban egy folyásindex-mérő készülék lényegesen több információt nyújt, mint a hagyományos mérőberendezések. Azok az alapanyaggyártók, akik ezt nem veszik figyelembe, és nem képesek – korszerű berendezés hiányában – a megkövetelt részletességű és pontoságú adatok szolgáltatására, esetleg új piacokról maradhatnak le.

Új jelenség az ún. moduláris berendezés kialakítás, mely lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy az esetleg egyszerűbb felszereltségű berendezését a későbbiek során továbbfejlessze.

A folyásindex-mérők választéka nagyon széles, de a legfontosabb mérési paraméter, a *hőmérséklet pontos és stabil* tartásában mindegyik közös. Ez alapvetően gyors reakcióidejű hőmérsékletszabályozást és kellő fűtőteljesítményt igényel, amely az esetlegesen hirtelen fellépő külső hőmérsékletváltozás hatását is gyorsan kiegyenlíti (pl. ha valaki nyitva hagyta a labor ajtaját és hideg levegő éri a készüléket).

A modern folyásindex-mérők a dugattyú elmozdulását is mérik. Erre alapvetően két technikai megoldás létezik: LVDT (Linear Voltage Displacement Transducer) és digitális encoder (szögelfordulás mérő). Mindkét eljárás lényege az, hogy segítségével a dugattyú mozgása folyamatosan érzékelhető, melynek alapján meghatározható az időegység alatt kifolyt anyagmennyiség térfogata (MVR-Melt Volume Rate, cm³/10 min). Az így megkapott MVR értéket felszorozva a vizsgált alapanyag ömledékének az adott hőfokon mért sűrűségével, megkapjuk az időegység (10 min) alatt kifolyt anyag tömegét grammban. Ez nem más, mint a folyásindex (MFR). Ezt a folyamatot a szabvány B eljárásként jelöli. Az encoder vagy az LVDT belső pontosságát kb. 0,001 mm, amely a *folyásindex mérési pontosságát 0,1% nagyságrendűvé teszi!*

Lényeges, hogy az ömledék sűrűsége az adott hőmérsékletre vonatkozzék, mivel az anyagok ezen jellemzője hőmérsékletfüggő (pl.: a HDPE szobahőmérsékleten mért 0,96 g/cm³ sűrűsége 190 °C-on már csak 0,75 g/cm³, azaz 22%-ot változott).

A mikroprocesszoros elektronika lehetővé teszi a mérések folytonos és automatikus végrehajtását úgy, hogy egyidejűleg akár mindkét eljárás (Procedure A és B) is elvégezhető. A folyásindex-mérő készülék a B eljárás alapján – általunk előre megadott mérési hosszon (ha úgy tetszik

*Testor Kft.

dugattyú elmozduláson) – az általunk megadott lépésszámban meghatározza az MVR (és így az MFR) értékét. Az időegység alatt levágott extrudátum darabokat mérlegre helyezve az A eljárás alapján meghatározhatjuk az MFR értékét más úton is. A két érték az MFR (az A eljárásból) és az MVR (a B eljárásból) hányadosa az ömledék sűrűségét adja. Az A és B eljárás során kapott MFR ideális esetben jó közelítéssel megegyezik. Ha túl nagy a szórás a két érték között, ez gyakran rossz minta-előkészítésre utal (pl. túl nagy volt a minta nedvességtartalma, ilyenkor mérés előtt célszerű a mintát szárítókamencébe helyezni). Az encoder vagy LVDT nyújtotta lehetőségnek köszönhetően egy mérési folyamat során több (esetünkben max. 40) mérési eredményünk lehet (ezt a definiálható mérési hossz és a szintén megadható mérési pontok száma illetve ezeknek hányadosa határozza meg).

A mért anyagjellemzők és hasznosításuk

Az ömledéksűrűség: MFR/MVR

Az ömledéksűrűség gyakorlati hasznosítása:

- Bemenő adatként szolgál a B eljárás esetén az MFR kalkulációjához.
- Az öntőforma kitöltést szimuláló programokhoz bementi adatként szolgál.
- Alapját képezi a mennyiségi kalkulációknak az öntőszerszámban fellépő zsugorodás kiszámításához.

A sok mérési adatnak köszönhetően ki tudjuk zárni a statisztikai értékelésből azokat a szakaszokat, amelyek nagyon kilógnak a sorból (mert pl. buborék maradt a megömlt alapanyagban). Így azok nem torzítják el a statisztikai kiértékelés eredményeit (pl. az átlagot és a szórást).

A mérés kezdetekor a kezelő tölti be a mintát a fűtőkamencébe és mechanikusan megtömöríti azt. Az egyszerűbb készülékekben ezt manuálisan végzik, míg a vezérelt készülékekben automatikusan, az erőmérőn előre beállított, szabályozott nagyságú tömörítő erővel. Ezt követően egy előhevítési szakasz következik: az alapanyagot néhány percig a hengerben kell hagyni, hogy felvegye környezete hőmérsékletét, illetve a hideg alapanyag és dugattyú behelyezése okozta hőfokesést a berendezés kompenzálja és a hőmérsékletet stabilizálja. Ez az automatikus készülékekben szintén szabályozott és előre beállított intervallum. Az előhevítési időtartam betartása és a tömörítő erő állandó értéke révén a mérések szórása eddig soha nem tapasztalt alacsony értéken tartható. Ez különösen a kis folyásindexű anyagok esetén lényeges (pl. ahol az MFI értéke kb. 0,2 g/10 min tartományban van – ezek az ún. fractionális melts-ek). Az előtömörítés ereje általában 300 – 1300 N között állítható, értéke a beépített erőmérő cella segítségével kontrollált (lásd az MFT 130 típust).

Olyan anyagok esetén, amelyek különösen kényesek a tömörítő terhelésre, gyakran a dűzsin kilépő anyag duzzadása is fontos jellemző lehet. Ezt érintésszentes úton, általában lézer segítségével mérjük.

Az automatikus tömörítést lehetővé tévő kiegészítők további hasznos funkciója, hogy a mérés végén a megmaradt anyagmennyiséget a készülék kinyomja a hengerből (lehetővé téve a tisztítás elvégzését és új teszt elindítását). Alkalmos, továbbá arra, hogy a dugattyút a mérés kezdetkor a mérési pozícióba hozza. (Pl. az ISO 1133 szabvány előírása szerint a mérést a dűzsin tetejétől mért 20-50 mm közötti szakaszon kell elvégezni, tehát amíg a dugattyú el nem éri a felső pontot [50 mm] a mérés el sem kezdődhet.)

A folyásindex-arány (FRR)

Amikor ugyanazon alapanyagon két MFI mérést hajtanak végre különböző terhelések alkalmazásával, a két kapott MFI érték aránya a folyásindex-arány (FRR - Flow Rate Ratio, l.: ISO 1133 szabvány). Általában a terhelések aránya 1:10 (pl. 2,16 kg és 21,6 kg) és az FRR várt értéke szintén 1:10 (monodiszperz polimerek esetén, melyek newtoni viselkedést mutatnak). Ez leegyszerűsítve annyit jelent, ha a terhelőerőt a 10x-esére növeljük, akkor a kifolyt anyagmennyiség tömege is 10x-es lesz.

A nem-newtoni anyagok esetén az FRR értéke nagyobb lesz 10-nél, így tehát ha az FRR értékre 10-nél nagyobb számot kapunk, azt úgy értelmezhetjük, mint a polidiszperzitás biztos jelét. Mindebből további gya-

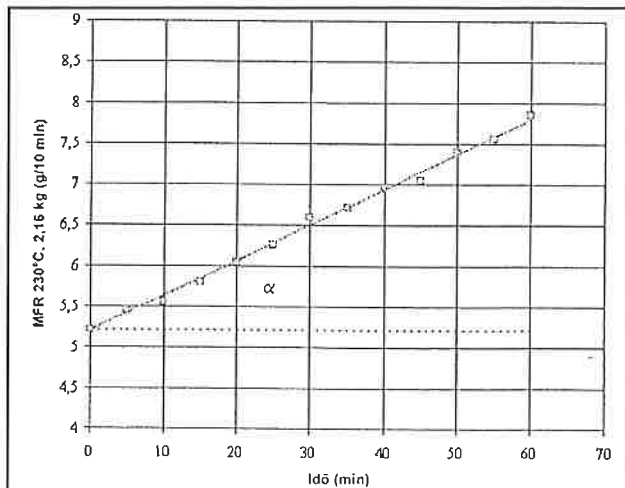
korlati becsléseket illetve megállapításokat tehetünk az anyag molekula-tömeg eloszlására is.

Ez utóbbi meghatározása azért nagyon lényeges, mert közvetlen és szoros kapcsolatban áll fenn az anyag feldolgozhatóságával (még hozzá minél szélesebb a molekula-tömeg eloszlás annál inkább javul a feldolgozhatóság). Legnagyobb jelentősége a fúvós öntésnél és a termoformázásnál van az FFR mérésnek.

A hőstabilitás vizsgálata

A megömlesztett műanyag szerkezeti átalakulásokon mehet keresztül a folyásindex mérése folyamán (keresztműtések lazulása vagy leszakadása, térhálósodás vagy az anyag degradációja a hőmérséklet, az oxidációs folyamatok, a feszültség hatására stb.).

A dugattyú elmozdulásának folyamatos érzékelésének köszönhetően figyelemmel kísérhetjük a folyásindex időbeli változását (1. ábra) és a hőmérséklet hatására bekövetkező anyagszerkezeti változásokat.



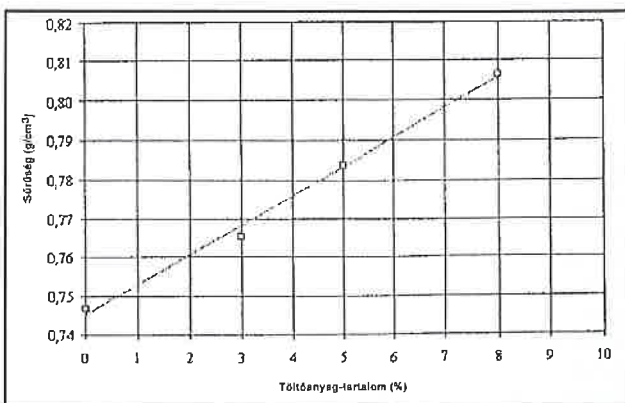
1. ábra

Először egy szabványos mérést célszerű végrehajtani, majd egy 15-60 perces mérés során az esetek nagy részében már érzékelhetők a fent leírt jelenségek. A degradációs vizsgálatot célszerű a feldolgozás hőmérsékletén végrehajtani, de ennek megválasztásakor figyelembe kell venni a nagy sebességű mechanikus hatások (pl. fröccsöntés) okozta felmelegedést is. Ezért a stabilitást általában 10–30 °C-kal a névleges feldolgozási hőmérséklet.

A hőstabilitás méréseivel vizsgálhatók a mechanikai terhelés: a feszültség és a hővé alakult elnyelt munka által megnövekedett hőmérséklet hatására bekövetkező anyagszerkezeti változások, netán a degradáció, de az oxidációs folyamatok kimutatására nem alkalmas.

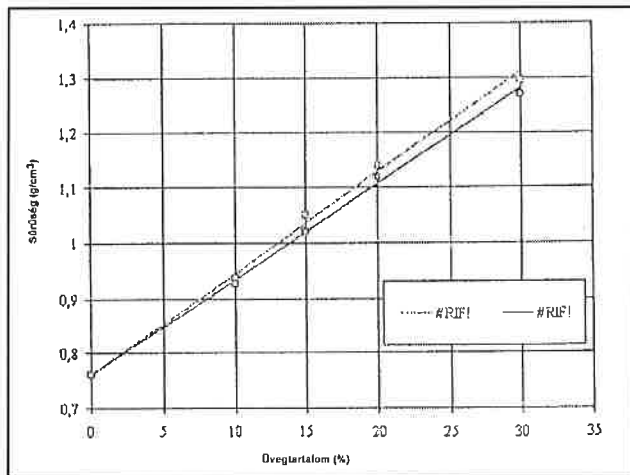
Összefüggés az anyag ömledéksűrűsége és töltőanyag-tartalma között

Az összefüggés egyértelmű. Ennek alapján mondhatjuk, hogy a kalibrációs görbe felvétele utána a töltött anyagok ömledéksűrűségének



2. ábra

mérésével meg tudjuk határozni töltőanyag-tartalmát (lásd a 2. ábrát). A kalibrációs görbe az azonos matrixú, de különböző töltőanyag-tartalmú mintákon azonos hőmérsékleten mért ömledéksűrűség értékekre illesztett függvény (gyakran egyenes). A 2. ábrán kalcium-karbonáttal töltött polietilén kalibrációs görbéje látható. Az azonos polimer matrixú, de különböző töltőanyagot tartalmazó mintákkal felvett kalibrációs görbék összehasonlításával a polimer és a töltőanyagok kölcsönhatásáról is tájékozódhatunk. Azonos hőmérsékleten a nagyobb ömledéksűrűség a matrix és a töltőanyag erősebb kölcsönhatására utal. A 3. ábra két kü-



3. ábra

lőnböző üveg töltőanyaggal kevert HDPE anyag tulajdonság-változását szemlélteti.

Készülék-kínálat

A CEAST kínálatában (néhány a BIV. oldalon látható) a legegyszerűbb berendezés a Melt Flow Junior, mely csak a hagyományos (procedure A) szerinti mérésre alkalmas. Ezt követi a MFT 2000 család, mely encoder segítségével méri a dugattyú elmozdulását és meghatározza az MVR, és MFI adatokat (max. 40 pontban), valamint további reológiai mérőszámokat is (mint a nyírófeszültség vagy az alakváltozási sebesség és a viszkozitás). A legfejlettebb modell: az MFT 130, mely erőmérő cellával méri a tömörítő erőt, és teljesen automatikusan elvégzi a mérést. A peremfeltételek azonos értéken tartásának köszönhetően az egymást követő mérések szórása kicsi, nagyon jó a mérések reprodukálhatósága, és az eredmények megbízhatóan összevethetőek.

Köztudott, hogy a folyásindex-mérők az anyagok reológiai karakteristikájának egy pontjáról vagy annak egy rövid szakaszáról nyújtanak információt. Amennyiben a teljes feszültségtartományban szükségünk van reológiai adatokra, akkor változatlanul a reométer a megfelelő eszköz erre a célra.

Összetettebb reológiai elemzések végezhetőek a Rheologic család egyes berendezéseivel, melynek vezérlése a dugattyút mozgathatja állandó sebességgel vagy állandó nyomással is (kapillaris reométerek). A folyásindex-mérők és a Rheologic között foglal helyet a Rheoindex berendezés, mely egyetlen mérési folyamatban akár négy eltérő súlyterhelést alkalmazva méri a folyásindexet, azaz segítségével meghatározható a folyásindex változása a terhelés függvényében.

SZEMLE

A digitális radiográfia

Ismeretes, hogy a röntgenfilm több mint hatvan éve elfogadott szabványos eszköz a radiográfiában. Am a digitális technikában bekövetkezett fejlődés lehetővé teszi ma már, hogy ezt a megoldást számos roncsolásmentes vizsgálati eljárásnál előnyösen alkalmazzák. Ez a törekvés a radiográfiát sem hagyja érintetlenül.

A digitális technika alkalmazásának egyik irányzata a filmre rögzített radiogram digitalizálása az általánosan hozzáférhető PC-szkennertel. [A hazai fejlesztésű Radexsys 4.0 radiográfiai kiértékelő és archiváló rendszerről az Anyagvizsgálók Lapja 9(1999)4. számában olvashatnak az érdeklődők.] Ugyanis a filmes technika a műszaki radiográfia számos területén, különösen a hegesztési varratok vizsgálatánál, még sokáig elsődleges lesz. Súlypontként az acélszerkezet-, a készülék- és tartálygyártást, a csővezeték-építést és a részben ezekből felépülő, ipari technológiai rendszerek időszakos állapotellenőrzése említhető. A nagymennyiségű film, radiogram kezelése, kiértékelése, archiválása, visszakeresése – például állapotellenőrzési célú összehasonlításra – a hagyományos módszerekkel nehézkes, a radiogramok kondicionált tárolása hely- és költségigényes.

A fejlesztés másik iránya az egyszer használható film helyettesítése olyan többször felhasználható, szilárd test detektorral, amelyről a rögzített kép eleve digitalizáltan kiolvasható.

A Radview rendszer, melyről a ZfP-Zeitung 2001. októberi számában olvashatunk, kazettába zárt képtárolás fólián (IPC-foszfor-lemezen) rögzíti a hagyományos röntgen- vagy gamma-radiográfiai felvételteknikaival az átsugárzott tárgy képét. Ez egy rejtett (latens) kép, melyet a fólia fény hatására – az elnyelt sugárdózistól függő intenzitással – látható fényt kibocsátó anyaga rögzít. A fóliát egy pásztázó lézertény megvilágítású, digitalizáló szkennertel helyezve „hívják elő” és a képpontok fényáram adatait a szkennertelhez kapcsolt PC kiértékelő szoftverje látható képpé alakítja. Ha ez sikeresen megtörtént, akkor a szkennertel épített törlővel újra felhasználható állapotba hozható a fólia. A képtárolás fólia ezerszer felhasználható. Előnye még ennek az eljárásnak – a digitális képfeldolgozás (szűrés, erősítés, javítás), kiértékelés és archiválás előnye mel-

lett – az, hogy a besugárzási idő (expozíció) átlagosan csak 10%-a a filmes technikához szükségesnek és nagyobb vastagságkülönbségekkel bíró tárgyakról (például szerkezetekről) is készíthető felvétel, viszont a fólia felbontó képesség valamelyest kisebb, mint a filmé.

Az FPD röntgenrendszert a Toshiba cég fejlesztette ki elsődlegesen orvosi diagnosztikai alkalmazásra – olvashatjuk a Look Japan folyóirat 2002. januári számában. A rendszer képrögzítő és digitalizáló eleme az FPD (flat panel detector), közvetlen jelátalakító, kompakt szerkezetű, sík érzékelő, mely a félvezető technika lehetőségeit használja. Jellemző mérete 23x23 cm, melynek 1500x1500 képseljtét (pixel) nagy sebességgel, 30 másodpercen belül olvassa ki a jelprocesszor és továbbítja a digitális képalakítón át a jeleket röntgenképpé formáló PC-be. Az újdonság: a közvetlen jelátalakítás. Ennek lényege: a sík érzékelő területét lefedő vékonyréteg tranzisztor (TFT) sorok felületét borító amorf szelénrétegben képseljtenként (150 μ^2) keletkező, az elnyelt röntgendózissal arányos villamos töltéseket a TFT kondenzátorai tárolják, a jelprocesszor pedig nagy sebességgel kiolvassa. A közvetlen jelátalakítás eredménye a kiválóan éles röntgenkép.

Pontfény-videográfia

A szerkezeti műanyagok és a szálerősítésű műanyag kompozitok elterjedése előtérbe helyezte az ezekből készült teherviselő szerkezeti elemek roncsolásmentes vizsgálatának igényét.

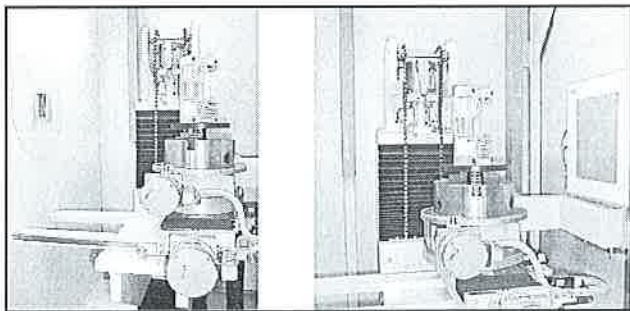
Ez ösztönözte az S & P GmbH. céget egy új, Spot-Video-Inspection (SVI) néven – melyet pontfény-videográfiának nevezhetnénk – szabadalmaztatott vizsgálórendszer kifejlesztésére és gyártására. Az új módszerrel a ZfP-Zeitung 2001. júniusi számában olvashatunk.

A pontfény-videográfia lényege: a vizsgálandó tárgyon áthaladó, a tárgy anyagszerkezete által módosított, nagy energiasűrűségű, pontoszerű fényt a videokamera vesz és egy speciális szoftver a PC-be továbbított jeleket jó minőségű képpé alakítja. Az új módszerrel kimutathatók a műanyag alkatrészekben a hajszálrepedések, a lég- és vízzárványok, rálapolások, mártási hibák, a javított helyek stb., illetve a kompozitok szerkezete.

A 3D-s számítógépes röntgentomográfia

Maisl, M.* – Reiter, H.* – Purschke, M.**

A gyártási folyamatok optimalizálása céljából végzett roncsolásmentes vizsgálatok hozzásegítenek ahhoz, hogy igen szigorú követelményeket állíthassunk az alapanyagok és a munkadarabok minőségével szemben. Ahhoz, hogy e termékekben ki lehessen mutatni, jellemezni és mérni lehessen a térfogati anyaghiányokat (hibákat), nagy térfelbontású roncsolásmentes vizsgálatra van szükség. Erre a célra különösen alkalmas a 3D-röntgen-komputertomográfia (3D-CT), amely egyre nagyobb jelentőségre tesz szert köszönhetően a számítástechnika utóbbi évtizedekben végbement fejlődésének.



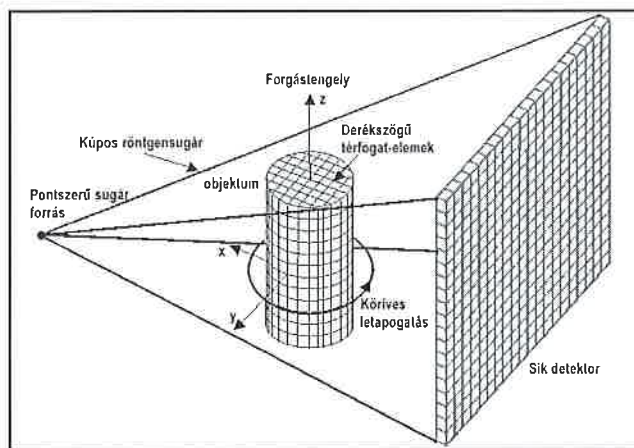
1. ábra. A 3D-CT berendezés; röntgenablak és manipulátor; felületi detektor és manipulátor (jobbra)

A 3D-CT-s mérés során a vizsgált tárgyat $z =$ állandó magasságon 360° -ban megforgatják a kúp alakú röntgensugárban. Eközben a röntgengéscső és a detektor rögzítve marad. A vizsgált tárgyról minden szögállásban a felületi detektor vetületi röntgenképet készít (1. ábra). Megfelelő matematikai algoritmus segítségével aztán a mért vetületi képekből rekonstruálják a röntgensugár-gyengítési tényező eloszlását a vizsgált tárgy teljes térfogatán belül.

A Feldkamp-algoritmus optimalizálása

Feldkamp 1984-ben a kúpos sugárgeometriára (2. ábra) vonatkozó 3D-s rekonstrukciós algoritmust [1] hozott nyilvánosságra. Ez az algoritmus a fordított 3D-radontranszformáció közelítő végrehajtásának felel meg, és a szűrt visszavetítés elvére épül [2].

Az elmúlt években a kúpos sugárgeometriákra kifejlesztettek néhány



2. ábra. A 3D-CT kúpos sugárgeometriája

olyan 3D-rekonstrukciós algoritmust [3], amelyek a fordított 3D-radontranszformáció matematikailag egzakt végrehajtására épültek [2]. Ezeknek az algoritmusoknak azonban az a legnagyobb hátrányuk, hogy matematikailag igen összetettek, problémát jelent a megfelelő számszerűsítésük, és a Feldkamp-algoritmussal összehasonlítva hosszú a rekonstrukciós időtartamuk és nagy tárolókapacitást igényelnek.

Ezzel szemben a Feldkamp-algoritmust két lényeges előnye miatt gyakran alkalmazzák a 3D-CT vizsgálatokhoz, mivel

- a rekonstrukció a méréssel párhuzamosan is elvégezhető;
- a többi rekonstrukció algoritmussal összehasonlítva csekély a tárolókapacitás-igénye.

A Feldkamp-algoritmusnak azonban két lényeges hátránya is van, mégpedig:

- a gyakorlati alkalmazáshoz túlságosan hosszú a rekonstrukció időtartama;
- a széttartó sugárgeometria miatt a rekonstruált térfogatban (testben) a z tengely irányú geometriai felbontás a központi síktól ($z = 0$) távolodva romlik a röntgensugár-kúp nyílásszögének nagyságától függően.

A Feldkamp-féle rekonstrukciós algoritmust tehát optimalizálni kell, hogy a mindennapi vizsgálati gyakorlatban megfelelően alkalmazható legyen, azaz

- le kell rövidíteni a rekonstrukció időtartamát;
- javítani kell a geometriai felbontást a rekonstruált térfogaton belül úgy, hogy független legyen a központi síktól ($z = 0$) mért z távolságtól.

Csökkent időtartamú rekonstrukció

Az N térfogati elemből álló N^3 tárgytér-fogat Feldkamp-algoritmussal történő rekonstruálása során vetületképenként el kell végezni a vetületi (projekciós) adatok előzetes feldolgozását és visszavetítését a tárgytér-fogatba.

A vetületi adatok előzetes feldolgozása abból áll, hogy ki kell keresni az adatok logaritmusát (a Beer-féle sugárgyengítési törvénynek megfelelően), geometriailag súlyozni kell ezeket az adatokat (mivel az eredeti Feldkamp-algoritmus a detektort sík felületként értelmezi) és meg kell szűrni ezeket az adatokat.

A rekonstrukció időtartamának csak kis részét teszi ki a logaritmus-keresés és az adatok súlyozása, ezért ezzel a továbbiakban nem foglalkozunk. A szűrés és a visszavetítés számítási időszükséglete viszont egyaránt egyenesen arányos az N^3 nagyságával. Az eredeti Feldkamp-algoritmusnál a rekonstrukció teljes időszükségletében a visszavetítésnek van meghatározó szerepe. Például az $N = 256$ elemű N^3 térfogat rekonstrukciója időtartamának 85%-át teszi ki a visszavetítésre fordított idő.

Vagyis, a Feldkamp-algoritmus rekonstrukciós időigényének csökkentéséhez a visszavetítést kell optimalizálni. A szimmetria viszonyok kihasználásával a visszavetítés számítási időigényét megközelítően az adatszűrés időigényére lehetett csökkenteni, és ezzel a rekonstrukció számítási időigénye mintegy a harmadára csökkent. Ennek megfelelően a 3D-komputertomográfia esetében a táblázatban közölt rekonstrukciós időkkal számolhatunk.

A rekonstrukció számítási időigénye az alkalmazott hardvereszköztől függően

A matrix nagysága	A rétegek száma	A vetületi képek száma	Időigény, min 2 DualPIII PC	Időigény, min 4 DualPIII PC	Időigény, min DualPIII PC
255x255	255	200	2,5	1,5	1,5
511x511	511	400	3 1	16	9
1023x1023	511	800	470	235	11

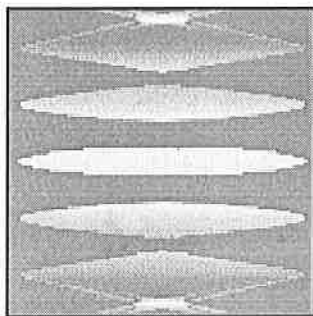
* Röntgentechnikai fejlesztőközpont, FhG, Saarbrücken;

** Rich. Seifert & Co., Ahrensburg

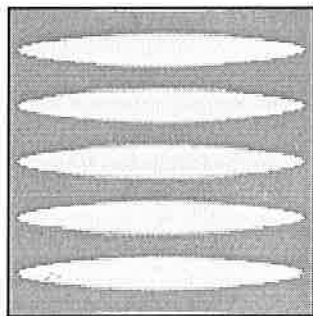
A helyi geometriai felbontás javítása

A széttartó sugárgeometria miatt a z tengely irányában a geometriai felbontás a rekonstruált térfogatban a röntgensugár-kúp nyílásszögének a függvénye. Ezért a központ síktól ($z = 0$) mért növekvő z távolságban romlik a geometriai felbontás. Ebben a széttartó sugárgeometria mellett a letapogatási görbe alakja is szerepet játszik. Az eredeti Feldkamp-algoritmus alkalmazási feltételei mellett (a vizsgált test körbe forgatása közben $z = \text{állandó}$) a letapogatási görbe: kör.

Az elméleti vizsgálatok [4] azonban azt az eredményt adták, hogy a kör mentén történő letapogatással a sugárkúp-geometriás 3D-CT-nél nem lehet izotróp helyi felbontást elérni a rekonstruált térfogati egységben. Ezért a sugárkúp-geometriás 3D-CT geometriai felbontásának javítására térbeli letapogatási görbékkel dolgozó rekonstrukciós algoritmusokat (például: Helix-letapogatási görbe) fejlesztettek ki az elmúlt években [3]. A legtöbb elméletben javasolt letapogatási görbe azonban mérés technikai okokból csak nehezen alkalmazható a vizsgálati gyakorlatban.



3. ábra. A rekonstruált modell kb. 25°-os nyílásszög esetén



4. ábra. A rekonstruált modell 10°-os nyílásszög esetén

A rekonstruált tárgy térfogat helyi geometriai felbontásának torzításait azonban matematikai kompenzációval javítani lehet. Ennek előfeltétele a modellel még vizsgálható sugárkúp nyílásszögű leképezési geometria alkalmazása. A modell öt egyforma sűrűségű, az xy síkban egymástól egyenlő távolságra egymás fölött elhelyezett ellipszoidból áll. A kísérletek során minden esetben egy 150 rétegből és rétegenként 200^2 képelemből álló térfogatot rekonstruáltak.

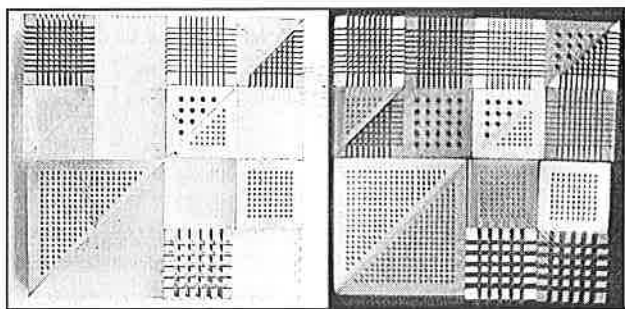
A 3. és a 4. ábra a rekonstruált térfogaton belüli yz síkot mutatja az $x = 0$ értéknél. A 3. ábra a mintegy 25, míg a 4. ábra a 10 fokos nyílásszögű sugárkúppal felvett térfogat rekonstrukcióját szemlélteti. Jól látható, hogy míg a modell feltételénél nagyobb nyílásszögű felvétel rekonstrukciója (3. ábra) – a középső ellipszoid ($z = 0$) kivételével – geometriailag torz és az ellipszoidok sűrűségét sem sikerült pontosan visszaadni, addig a csupán 10 fokos nyílásszöggel készült felvétel rekonstrukciója (4. ábra) mind az ellipszoidok geometriáját, mind a sűrűségét illetően pontos.

Rekonstrukciós eredmények

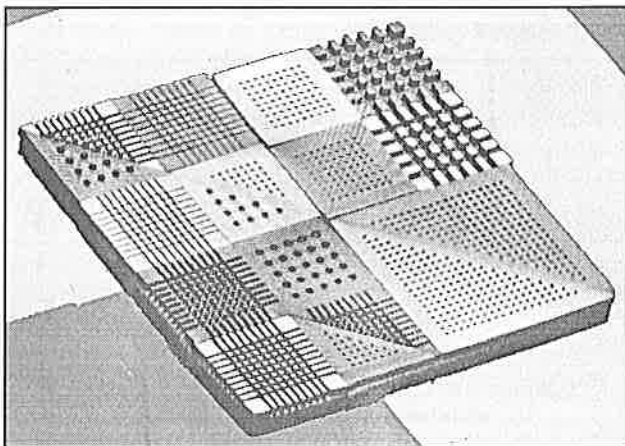
Az optimalizált Feldkamp-algoritmussal végzett 3D-CT vizsgálatok gyakorlati alkalmazhatóságát néhány tárgyról készült felvétel rekonstrukciójának bemutatásával szemléltetjük.

Az 5. ábra bal oldalán egy alumíniumból és műanyagból készített próbatest látható, amelynek egyes mezőibe 5 mm-es zsákfuratokat, illetve hornyokat munkáltak az egyik, illetve a másik oldalán. A próbatest mérete: 15x15x1 cm. A felvétel jellemzői: a röntgenső feszültsége 225 kV, anóárama 1,4 mA; a geometriai nagyítás: 1,4-szeres (a háromdimenziós képelemek alpmérete, azaz a pixelméret ekkor kb. 300 μm). A próbatest 2D-s (5. ábrán jobbra) és a 3D-s (6. ábra) rekonstrukciós képén a műanyag blokkok, a kisebb abszorpció miatt, sötétebbek, mint az alumínium blokkok.

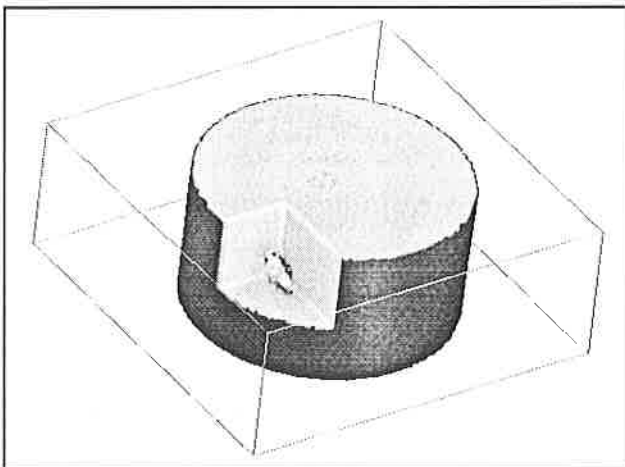
A 7. ábra a Si_3N_4 kerámiából készült szelepszár egy darabjának



5. ábra. Az alumíniumból és műanyagból készített próbatest (balra) és a 2D-CT eljárással készített rekonstrukciója (jobbra)



6. ábra. A próbatest 3D-CT eljárással készített rekonstrukciója

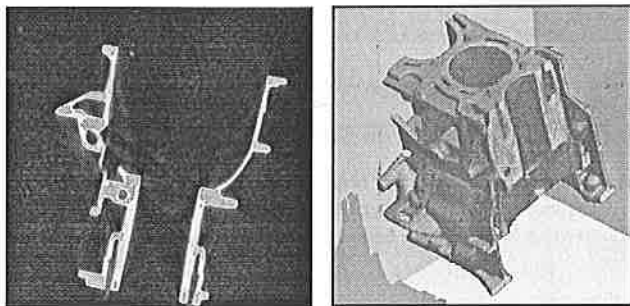


7. ábra. A szelepszár egy darabjának rekonstrukciós képe a porózus anyag részbe ágyazott zárvánnyal

rekonstruált képét mutatja (A felvétel homorú katódú mikrosővel és az annak megfelelő nagyítással készült, a kiértékelés pedig 75 réteggel, rétegenként 200^2 , 50 μm alpméretű, térfogatelemmel). A 3D-s szemléltető szoftverrel készült rekonstruált térfogati képen jól megfigyelhető egy nagyobb sűrűségű zárvány és az azt körülvevő porózus térfogat, amelynek befoglaló mérete: 2x1x1 mm. Azaz a rekonstruált térfogaton belüli anyaghibát 3 dimenzióban megjeleníthetjük és méreteit a nézeti irány és metszeti sík változtatásával meghatározhatjuk.

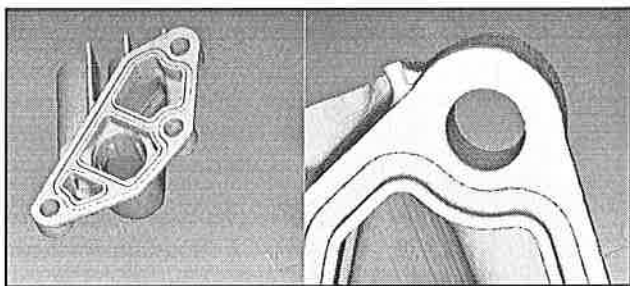
A vastagabb falú tárgyak, például forgattyúházak, hengerfejek, biztonságos átvilágításához nagy energiájú röntgensugárzásra van szükség ahhoz, hogy a térfogati rekonstrukció hibátlan legyen. A 8. ábra egy forgattyúház metszeti és térfogati képét mutatja. A 3D-CT-s felvétel kibővített mérési tartományú és 450 kV csőfeszültségű berendezéssel készült.

A könnyűfémöntvények célszerű kialakításához jelentős segítség,



8. ábra. Forgattyúház 2D-s metszeti képe (balra) és 3D-s térfogati képe (jobbra)

hogy lehetőség van az egyes öntvényrészek térfogatelem-adatait STL-formátumban pontfelhővé alakítva CAD rendszer segítségével megjeleníteni. Ezt láthatjuk egy alumíniumöntvény példáján a 9. ábrán, amelyről a 3D-CT-s felvétel 180 kV csőfeszültséggel és 2-szeres geometriai nagyítással készült; alapfelbontás: 200 μm .

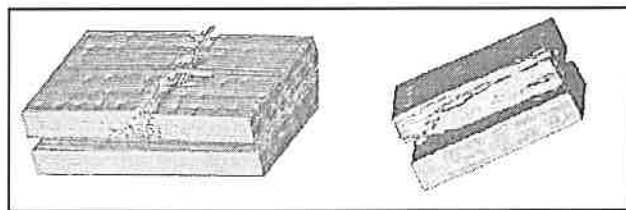


9. ábra. Alumíniumöntvény megjelenítése a CAD rendszerrel (áttekintés és részlet)

A tárgy egyes részleteinek 3D-mérése az alapfelbontásnak megfelelően végezhető el. Így a 3D-CT vizsgálattal rekonstruált térfogatban lehetőség van megmérni a vizsgált tárgy tényleges méreteit, és ezeket összevetni a tervrajzon előírt értékekkel (az ún. reverse engineering program).

Végül a 10. ábra szénszál-erősítésű kompozitból (CFK) készült mintadarab 3D-CT vizsgálati eredményét mutatja. A felvételt 180 kV csőfeszültséggel készítették, a kiértékelést pedig 3-szoros geometriai nagyítással (alapegység: 130 μm) végezték el. A vizsgálat szemléletesen mutatja, hogy a töréskár – a kívülről láthatónál – lényegesen nagyobb kiterjedésű. Éppen a kompozit anyagok körében lesz egyre nagyobb jelen-

tősége a 3D-CT vizsgálatoknak, mivel gyakran csak ez az eljárás lesz alkalmas használható mérési eredmények szolgáltatására.



10. ábra. Törött CFK-mintadarab térfogati képe

Összefoglalás

A szimmetriatulajdonságok kihasználásával sikerült az eredeti Feldkamp-algoritmus visszavetítési műveletét optimalizálni és ezzel a 3D-CT felvétel rekonstrukciójának időigényét a harmadára-ötödére csökkenteni. A rekonstruált térfogatképen, a helyfüggő geometriai felbontás okozta torzításokat matematikai kompenzációval ki lehet javítani, ha 10 fokos nyílásszögű röntgensugár-kúp leképezési geometriát alkalmazunk.

A legkülönbözőbb felhasználási esetek vizsgálati eredményei igazolták a 3D-CT módszerben rejlő lehetőségeket és a módosított Feldkamp-algoritmus teljesítőképességét.

A 3D-CT módszer előnye a 2D-s mérősorozat eredményeit közvetve hasznosító módszerekkel szemben az, hogy mérési ciklusonként több száz síkban végzik el a méréseket és a rekonstrukciót, továbbá mivel a mérési adatok felvétele és a térfogat rekonstrukciója egy időben történik, a vizsgálat időtartama lényegesen lerövidül.

Irodalom

1. L. A. Feldkamp, L. C. Davis, J. W. Kress: Practical cone-beam algorithm, J. Opt. Soc. Amer., (1984) Vol 1, No A6, pp. 612-619.
2. H. H. Barrett, W. Swindell: Radiological imaging, the theory of image formation, Detection and Processing, Vol 1+2, Academic Press, 1981
3. R. Clack, M. Defrise: Overview of reconstruction algorithms for exact cone beam tomography, Mathematical Methods in Medical Imaging III, San Diego, California, 25–26 July 1994, SPIE Vol 2299
4. B. D. Smith: Image reconstruction from cone-beam projections: Necessary and Sufficient Conditions and Reconstruction Methods, IEEE Trans. on Med. Imag., Vol MI-4, No 1, März 1985

SZEMLE

A szilícium chippek sokkal nagyobb kapacitást kínálnak

A George Institute of Technology kutatóinak számításai szerint a szilícium chippek a jelenleginél ezerszer több, 10^{12} tranzisztort tartalmazhatnak, amelynek kihasználásával a számítógépek műveleti sebessége jelentősen megnövelhető lenne (a jelátvitel elvi korlátja a fénysebesség). Ennek jelenleg „csak technológiai akadályai vannak”: 1 nm-nél vékonyabb és 10 nm-nél keskenyebb szilícium-dioxid rétegek előállítására és nagy pontosságú mikroötvöztetésre. A megvalósítás időpontját „2011-re jóslják a kutatók. (CERN Courier, November 2001)

A jelenlegi helyzetről a Magyar Nemzet Telecomputer melléklete 2002. január 28-án ezt adta hírül: „itt van a 0,13 mikronos technológiával gyártott, 2,2 GHz-es, 512 kilobájtos, beépített gyorstárral is ellátott Pentium 4 processzor, amelyben ötvenmillió ($5 \cdot 10^7$), egyenként 60 nm

méretű tranzisztor van, és ezeket több mint három km összhosszúságú, rendkívül finom rézvezeték kapcsolja egymáshoz. Az új processzorral relatív árcsökkenést is bejelentett az Intel.”

Robbanásvédett ultrahangkészülék

A Krautkrämer cég robbanásvédett ultrahangkészüléket fejlesztett ki. Az USM 23Ex típusjelű készülék mindazokat a funkciókat tudja, amit egy korszerű digitális készüléktől elvárható – írja a ZfP-Zeitung 2001. júniusi száma. A műanyag házba zárt, robbanásvédett készülék önmagában is védett telepről működik, és mindenben megfelel a vonatkozó EN 50014 és 50020 szabványok előírásainak. Ugyanakkor a robbanásveszélyes zónán kívül hálózatról is működtethető. A mérőleges vizsgálófejek önfrekvenciája: 1–4 MHz, a szögfejeké pedig 2 és 4 MHz.

Új, Rockwell-keménységmérő család: a Silver sorozat

Az Instron Ltd. a Rockwell-keménységmérők alsó és közép-kategóriás tartományában meglevő készülék hiányát tavaly, az év végére pótolta. Az Anyagvizsgálók Lapja hasábjain ismertettük a Rockwell 2000 keménységmérőt és technikai újdonságainak sorát. De mint minden high-tech, ez is csak az ipar egy szűk rétege számára elérhető.

A Silver sorozat egyszerűre képes megfelelni a szinte mindig szűkre szabott beruházási költségvetésnek, és – az árat éppen ellentétes irányban befolyásoló – műszaki igényeknek, amellyel, hogy garantált az Instrontól megszokott első osztályú minőség és megbízhatóság (két év a jótállás valamennyi típusra).

Az új készüléksorozatnak négy tagja van, kezdve a legegyszerűbbtől egészen a mikroprocesszor vezérlésű változatig.

A modellcsalád tagjainak specifikálásakor a fejlesztők igyekeztek szem előtt tartani, hogy minden felhasználói réteg megtalálja a mérési darabszámának, bizonylatolási igényeinek és pénztárcájának leginkább megfelelő változatot:

RA Modell (azaz Rockwell, Analóg). Analóg kijelzésű, hagyományos Rockwell-keménységmérő, közvetlen súlyterhelésű modell, hidraulikus csillapítással.

MRA Modell (azaz Motorizált, Rockwell, Analóg). Analóg kijelzésű, hagyományos Rockwell-keménységmérő, közvetlen súlyterhelésű modell, motoros fel- és leterheléssel.

MRD Modell (azaz Motoros, Rockwell, Digitális). Digitális kijelzésű, hagyományos Rockwell-keménységmérő, közvetlen súlyterhelésű modell, motoros fel- és leterheléssel.

MTD Modell (azaz Motoros, Twin – azaz iker –, mely esetünkben a Rockwell- és Szuper Rockwell-skálákat jelzi, Digitális). Digitális kijelzésű Rockwell- / Szuper Rockwell-keménységmérő, közvetlen súlyterhelésű modell, motoros fel- és leterheléssel.

A kiegészítők bőséges tárháza alaptartozéka valamennyi modellnek, de természetesen speciális alakú alkatrészek méréséhez további kiegészítők is választhatók.

A család legjobban felszerelt tagja az MTD modell, műszaki jellemzőit mellékeljük. Külön érdemes megjegyezni a 9999 mérési adatot tárolni képes memóriát, a keménységi értékek más skálákba való konvertálásnak lehetőségét, a beépített nyomtatót vagy a felületi korrekciót (ívelt felületek mérése esetén). A készülék természetesen PC-hez is csatlakoztatható, de a statisztikai kiértékelésre és jegyzőkönyv nyomtatására önmagában is alkalmas.

A **Wolpert Silver sorozat MTD modellje**, a **Rockwell- / Szuper Rockwell-keménységmérő** Alkalmas az MSZ EN ISO 6508 és az ASTM E 18 szabványok szerinti keménységmérésekhez.

Behatolótest: 120°-os gyémánt kúp és Ø 1/16"-os golyó.

5 db tartalék golyó, gyári hitelesítésű.

Hitelesített keménységi etalonok:

2 db 63 HRC és 25 HRC keménységű,

1 db 95 HRB keménységű,

1 db 80 HR30N keménységű,

1 db 70 HR30T keménységű.

Műszaki adatok:

Tárgasztalok: sík asztal Ø 235 és 63 mm, prizmas: 6–70 mm.

A tárgyasztal emelése: kézi forgatókaros menetes orsóval (porvédett).

A próbatest max. magassága: 280 mm

Forgatókaros terhelőerő-kiválasztás.

Előterhelés: manuális

Főterhelés: közvetlen súlyterhelés, motoros fel- és leterhelés. A főterhelés hatásideje beállítható.

Terhelésfokozatok:

– előterhelés: 98,07 N (10 kg) / 29,42 N (3 kg);

– főterhelés: 588,4 N (60 kg) / 980,7 N (100 kg)

/ 1471 N (150 kg), 147,1 N (15 kg) / 294,2 N (30

kg) / 441,3 N (45 kg)

Tárgasztal pontszerű alátámasztáshoz, átmé-

rő 10 mm; Tartódoboz kiegészítőknél; Porvédő huzat a berendezéshez; Gyártómű bizonylat, gépkönyv (magyar és angol), CE hitelesítés.

Mérete: magasság x szélesség x mélység: 838 x 227 x 516 mm.

Tömege: 62 kg. Színe: szürke. Hálózati: 230 V / 50 Hz Garancia: 2 év.

A Testor Electronic jellemzői:

LED-sor az előterhelés beállításához. A főterhelés nagyságának és hatásidejének digitális kijelzése. A keménység érték, a mérések száma kijelzése. Keménységkorrekció a görbült felületek mérése esetén. Statisztika: min., max., átlag, szórás, tartomány. Keménységértékek konvertálása más skálába (ASTM E140). A memória max. 9999 mérési adatot tárolja. Beépített szalagos nyomtató. RS 232 soros kimenet a PC csatlakoztatásához.

Tóth Péter

Palm-Micro 80/160 tenyér mikroszkóp

A kézi mikroszkópok sorában újdonságnak számít ez a maga nemében rendkívül kompakt, hallatlanul kis méretű, ugyanakkor könnyen kezelhető és igen sok célra alkalmazható optikai eszköz.

Az ergonómiailag meglepően jól tervezett kis eszköz alkalmas a hagyományos mikroszkópiában általánosan használatos

- átlátszó (üveg) tárgylemezes minták és folyadékok vizsgálatára,
- kis tárgyak mikroszkópos megfigyelésére.

A megvilágító fényforrás erőssége két fokozatban állítható. A fénymenet beállításával a vizsgálat visszavert vagy áteső fényben, illetve sötét háttérben egyaránt elvégezhető. A képalkotó lencsétől a tükrörendszeren át a szemlencséhez eljuttatott kép 80 és 160x-os nagyításban vizsgálható. A felbontás: 2 µm. A készülék külső átmérője 105 mm, vastagsága 27 mm, tömege 250 g. A készülék elektromos ellátását két db 1,5 V AA ceruzaelem biztosítja.

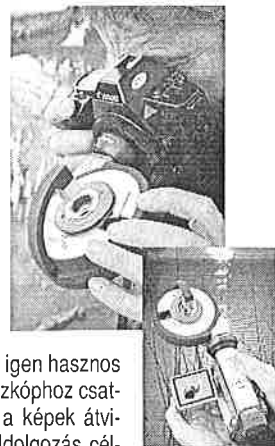
A tenyér mikroszkóp szemlencséjének helyébe (a készülékhez vásárolható gyári kiegészítő tartozékok használatával) az 1/4" UNC menetes csatlakozó segítségével fényképezőgép, digitális kamera, videóberen-

dezés, és 35 mm SLR szabvány csatlakozó-jú filmfelvétel, vagy képtovábbító szál optika csatlakoztatható.

A készülék használata igen széles körű. Az optikával elérhető nagyítás és felbontás a mikroszkópot alkalmassá teszi általános biológiai, orvosi, környezetvédelmi, illetve alapvető fém és nemfém anyag szerkezeti, geometriai vizsgálatok és ellenőrzések elvégzésére.

Mindezek ismeretében a tenyér mikroszkóp igen hasznos segédeszköze lehet az oktatásnak is. A mikroszkóphoz csatlakoztatható digitális képrögzítő eszközökkel a képek átvitelét számítógépre további kiértékelés és feldolgozás céljából. Sokoldalú alkalmazása, könnyű kezelhetősége révén a Palm-Micro 80/160 tenyér mikroszkóp a különböző vizsgálat-laboratóriumok és oktatási intézmények számára hasznos kiegészítő műszer.

Borbás Lajos



Általános célú őrvényáramú készülék házi konfirmálása

Gera Attila – Lautner Nándor – Skopál István*

Bevezetés

Ha valamely cég teljes körű minőségbiztosítási rendszer keretében kíván tevékenykedni, akkor gondoskodnia kell a személyzet, a használt eszközök, a szervezeti működés, a különféle eljárások és a beszállítók (alvállalkozók) minőségéről és mindezek minőségének folyamatos szinten tartásáról. Az anyagvizsgálat területén a felsoroltak közül a használt eszközök – a mérő- és vizsgálóeszközök, valamint egyes vizsgálóeszközök – állapota változhat a legkönnyebben, így ezek ellenőrzése igényli a legtöbb figyelmet.

A készülékekkel való törődés azonban nemcsak – a cég saját jól felfogott érdekében – önként vállalt minőségbiztosítási feladat. Az anyagvizsgáló ugyanis a mérésügyi törvény (1991. évi XLV. tv.) értelmében mindig úgynevezett joghatályos mérést végez, és ezt – ezen törvény szerint – csak hiteles vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőeszközzel teheti. Mivel a törvény végrehajtására kiadott 127/1991. (X. 29.) sz. Kormányrendelet a roncsolásmentes anyagvizsgálat mérőeszközeit – a megvilágítás-, a fénysűrűség- és a dózismérők kivételével – nem sorolja a kötelező hitelesítésük közé, ezek pontosságát elegendő használati etalonnal ellenőrizni. A mennyiség egységét és/vagy helyes értékét előállító használati etalon az országos etalonról kell leszármaztatni, illetve arra kell visszavezetni, és ennek tényét mérésügyi szerv (OMH főosztály, vagy mértékhitelítő hivatal) által kiadott érvényes hitelesítési bizonyítványnak kell igazolnia.

A nem kötelező hitelesítésű mérőeszközök pontosságát, megfelelő használati etalon segítségével, kalibrálással ellenőrizzük. Sem a törvény, sem a kormányrendelet nem tiltja a saját eszközök kalibrálását (OMH-feljegyzítés csak külső fél számára végzendő kalibráláshoz kell), nincs tehát elvi akadálya a „háziagos” ellenőrzéseknek. Ez lényeges pont, hiszen kellő felkészültséggel számottevő költséget takaríthatunk meg és nem kell napokig, esetleg hetekig nélkülözni a készüléket.

A mérésügyi törvényen kívül a mérőeszközök metrológiai konfirmálásával foglalkozó MSZ EN 30012-1:1998 szabvány szolgál általános előírásokkal és útmutatásokkal az itt tárgyalt témakörben. A metrológiai konfirmálás azon műveletek összessége, amelyek annak biztosításához szükségesek, hogy a mérőberendezés a rendeltetésszerű használat követelményeinek megfelelő állapotban legyen. A konfirmálásnak része a már említett kalibrálás, de hozzátartozik, például, a szükséges javítás és címkézés is. A szabvány által megkövetelt konfirmálási rendszer általános elemeit (dokumentációk, felelős személyek stb.) tartalmaznia kell a cég vagy a laboratórium minőségügyi kézikönyvének. Az egyes mérő- vagy vizsgálóeszközöket tekintve pedig ki kell dolgozni a speciális konfirmálási – lényegében kalibrálási és ellenőrzési – eljárásokat.

Más, kimondottan őrvényáramú készülékek ellenőrzésére vonatkozó szabvány ez idáig nem jelent meg (szemben pl. az MSZ EN 12668-1:2000 jelűvel, ami az ultrahangos készülékek ellenőrzését részletezi). Így az általános szabályok és a vizsgálóeljárás sajátosságainak figyelembe vételével készítettük el számítógépre épített, általános célú őrvényáramú vizsgálóeszközünk konfirmálási útmutatóját, törekedve mind a teljességre, mind az egyszerűsége.

Az őrvényáramú eljárás sajátosságai

Az őrvényáramú vizsgálórendszerek mindig meglévő két eleme a vizsgálóeszköz és a szonda. Általános célú készülékhez számos különféle, az egyes vizsgálati feladatokhoz illeszkedő szonda csatlakoz-

tatható. A szondák, mint vizsgálóeszközök – bár egyes paramétereiket illetően önmagukban is konfirmálhatók – csak a készülékkel együtt és csak adott feladatokra vonatkozóan kalibrálhatók, mégpedig megfelelő – feladat-orientált – referencia próbatestekkel. A bevezetésben elmondottak szellemében ezek a referencia próbatestek használati etalonok, s mint ilyenek hitelesítendőek!

A készüléket ugyanakkor általánosan is konfirmálni kell, élve azzal a feltételezéssel, hogy működése független az éppen rákötött szondától. (A szonda-függetlenség nem mindig teljesül; ez azonban a konfirmálást mindössze annyiban érinti, hogy csak több szondával ellenőrizhető a készülék a működési paraméterek teljes tartományában.) Megjegyzendő még, hogy azok a fizikailag különálló elektronikus egységek, amelyeket bizonyos esetekben a készülék be-/kimenete és a szonda csatlakozója közé kötünk (pl. teljesítményerősítő távolterű vizsgálatnál), a készülék részének tekintendők és az alkalmazásoknak megfelelő paraméter-tartományokban azzal együtt konfirmálandók.

A lehetséges vizsgálati feladatok sokféleségéből fakadóan egy általános célú készülék nem kalibrálható abszolút módon, mint pl. egy voltmérő, vagy tolómérő. A rendszeres időközönként végrehajtandó konfirmálásnak tehát nem kell mást és többet igazolnia, mint a készülék stabilitását, illetve annak megszűnését.

Ehhez természetesen időálló konfirmáló szondára és próbatestre van szükség. Az időállóság alapja az, hogy a felhasznált anyagok szobahőmérsékleten stabilak legyenek. Mivel a próbatestek ez esetben csak fémből készülhetnek, a szondák pedig műanyag testből és vörösréz huzalból épülnek fel, e feltétel könnyen teljesíthető. Ezen túlmenően viszont a konfirmáló eszközöket óvni kell hőtil és mechanikai sérülésektől és nyilvánvalóan tilos használni bármiféle vizsgálatnál. Gondos tárolás és kezelés mellett is meg kell győződni állandóságukról minden konfirmálás előtt. Célzerű a konfirmálást minél kevesebb segédesszettel megoldani, ezért a szondák legyenek használhatók abszolút és differencia üzemmódban is, valamint minél szélesebb frekvencia-tartományban, a próbatestben pedig legyenek mindkét üzemmódban és a szélső frekvenciákon is kimutatható mesterséges hibák.

Hangsúlyozandó, hogy az általános célú őrvényáramú készüléket konfirmáló próbatesteket – szemben az összes feladat-orientált használati etalonnal – nem kell hitelesíteni, mert nem kalibrálunk, hanem pusztán a stabilitást ellenőrizzük!

A stabilitás bármikori ellenőrzésekor az összehasonlítás alapja az első adatfelvétel, amelyre célszerű a vásárlást, átalakítást vagy javítást követően a lehető leghamarabb sort keríteni. Kiemelendő, hogy minden átalakítás (akár szoftver-módosítás) és javítás után új konfirmálási sorozat kezdődik, új nulla-állapottal.

Reprodukálhatóság

Előjáróban tisztázandó, hogy a metrológiában megkülönböztetik az ismételhetőség és a reprodukálhatóság fogalmát (ld. Nemzetközi Metrológiai Értelmező Szótár; magyar fordítás: OMH). Először akkor beszélnek, ha a méréseket azonos eszközökkel és körülmények között ugyanazok a személyek hajják végre. Az utóbbi fogalmába viszont belefér – a tágabb értelmezés szerint – akár az eltérő módszerrel elvégzett mérések egybevetése is.

Az őrvényáramú vizsgálatok ismételhetőségét nyilvánvalóan biztosítjuk, ha az adott vizsgálóeszközök stabilitását rendszeresen ellenőrzük és a szükséges javítások révén fenntartjuk. (Itt és most nem foglalkozunk a vizsgálószemély szubjektivitásával.) Érdekesebb probléma a reprodukálhatóság, ezen belül is az, hogy a mérés, vizsgálat átví-

* AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.

hető-e egyik örvényáramú készülékről a másikra. Ezzel kapcsolatban elsősorban arra kell gondolnunk, hogy örvényáramú eljárással, a szükséges adatarchiválás kíséretében, hosszú távon is követhető egyes üzemelő berendezések állapotának változása. Sok éves távlatban viszont számítani kell arra, hogy idővel más készülékkel folytatódik a vizsgálatssorozat.

Az „átvihetőség” fő feltétele a már tárgyalt, feladat-orientált referencia próbatesttel végzendő kalibrálás. E célból akár készülékenként más-más – de persze azonos jellegű – próbatestek is használhatók, hiszen mindegyiket kötelező visszavezetni nemzeti vagy nemzetközi etalonra. További feltétel, hogy a különböző készülékek valóban azonos frekvencián dolgozzanak, ha azonos frekvenciát állítottunk be rajtuk. A frekvencia ugyanis döntően meghatározza a vizsgálandó testben kialakuló örvényáram-eloszlást, azaz a vizsgálat nem pontosan ugyanarra az anyagtartományra terjed ki, ha nem azonos a különböző készülékek frekvenciája. A konfirmálandó készülék frekvenciáját tehát külön is kalibrálni kell hitelesített frekvenciamérővel.

Azon speciális alkalmazásoknál, amelyek során ferromágneses testeket olyan nagy gerjesztéssel vizsgálunk, hogy a hiszterézisgörbe nemlinearitása is szerepet játszik már (v.ö. mágnesezhető acélok anyagminőség szerinti válogatása a szondajel felharmonikus-tartalma alapján), a gerjesztő tér – s ezzel a vizsgált anyagtartomány mágnesezettségének – azonosságát is biztosítani kell a más-más eszközökkel végzett vizsgálatoknál. Ekkor az „átvihetőségnek” harmadik feltétele is van: A készülék és a rákötött, adott szonda gerjesztő mágneses terének erősségét ugyancsak kalibrálni kell megfelelő, hitelesített eszközzel. (De ez már valójában feladat-orientált kalibrálás, nem általános konfirmálás.)

Végül, a teljesség kedvéért megemlítendő, hogy az „átvihetőség” nem igényli azon készülék-paraméterek kalibrációját, amelyek a szondajel arányos átalakításában és optimális megjelenítésében játszanak szerepet, pl. fázistolás, erősítés. Egy hibajel szögállása és amplitúdója ugyanis – a példánál maradva – nem „abszolút” adat, csak feladat-orientált kalibrálással nyernek „értelmet”, tehát szükségtelen is „átvinni” őket egyik készülékről a másikra.

Konfirmálási rend

Az előzőekben felsorolt szempontok alapján a következő házi konfirmálási rendet írtuk elő:

Eljárások

1. A teljes körű reprodukálhatóság érdekében kalibrálni kell a két fő mérőcsatornán a gerjesztő frekvenciát 1-2-4-5-7-10 szekvenciával, és pedig

- önmagában az alapkészülékét a teljes 10 Hz – 1,3 MHz tartományban, valamint
- az alapkészülék + távolterű egység összeállítását a 10 Hz – 20 kHz tartományban.

A két segéd mérőcsatorna frekvenciáját azonos vizsgálati paraméter-beállítások mellett felvett jelek azonossága révén kell ellenőrizni.

2. Általános stabilitás-ellenőrzést kell végrehajtani, ami kiterjed
- a bemelegedésre,
 - mind a négy mérőcsatornán a gerjesztésre, az elő- és utóerősítésre, a szűrésre, a fázistolásra, a képpont-eltolásra és az erősítő túlvezérlésére,
 - a mix-csatornákon a relatív fázistolásra és a súlyozásra.

Bizonyos paramétereket/funkciókat külön, szisztematikusan – pl. 10°-onként változó fázistolással veszünk fel és értékelünk ki egy adott jelet –, a többiek együttesen, szűrőpróbaszerű tesztekkel – célszerűen megválasztott 15-20 készülék-beállítás mellett vizsgáljuk meg a konfirmáló próbatestet – kell ellenőrizni.

A tesztek először az alapkészülékkel, másodszor az alapkészülék + távolterű egység összeállításával végzendők el, természetesen más-más szondával és próbatesttel.

3. Szoftver-ellenőrzés:

Az örvényáramú mérőkártya, valamint a vezérlő-, mérő- és értékelő-szoftver egy egységnek tekinthető. Minden vizsgálati paramétert szoftveresen állítunk be, ebből adódóan a készülék konfirmálásával együtt megvalósul a szoftver konfirmálása is.

Megfelelőségi kritériumok

A gerjesztő frekvencia névleges és tényleges értéke sehol se térjen el 10%-nál nagyobb mértékben.

A stabilitás tekintetében beállításoként és mérőcsatornánként teljesüljenek az alábbiak:

$$\bar{a}_0 - u_0 \leq \bar{a}_i \leq \bar{a}_0 + u_0 \quad \text{és} \quad \bar{a}_i - u_i \leq \bar{a}_0 \leq \bar{a}_i + u_i$$

ahol $\bar{a}_i$ és u_i rendre a mért jelfázis vagy jelamplitúdó átlaga, ill. ennek eredő bizonytalansága az i-ik ellenőrzéskor, $\bar{a}_0$ és u_0 pedig ugyanezen mennyiségek a viszonyítási alapként szolgáló nulla-állapotban. Az eredő bizonytalanságot adott mennyiségre és adott mérési sorozatra az

$$u_i = 2s \sqrt{\sum_{j=1}^n (a_{ij} - \bar{a}_i)^2 / (n-1)}$$

képlet adja meg, ahol n a mérések száma, és s az n-től függő korrekciós tényező (ld. a Mérésügyi Akkreditáló Bizottság MAB 19. számú irányelvét).

Időzítés

A frekvencia-kalibrálás gyakorisága 4 év.

A stabilitást évente kell ellenőrizni.

A mindenkor frekvencia-kalibrálást rögtön kövesse az aktuális stabilitás-ellenőrzés.

Megjegyzés: Mivel az évenkénti ellenőrzés során közvetve a frekvencia stabilitását is ellenőrizzük – szűrőpróbaszerűen –, ezért nem tekinthető túl ritkának a 4 évenkénti kalibrálás. A fenti időközök elvileg változtathatók (ld. MSZ EN 30012-1 A melléklet, ill. MAB 11. irányelv). Ez esetben azonban, a készülék használatának hektikussága miatt az ellenőrzések ritkítása célszerűtlen lenne, további sűrítése pedig a napi munkát is akadályozná, ezért helyénvalóbb az azonnali javíttatás.

Egyéb előírások

Végrehajtó:

A frekvencia-kalibrálást OMH által akkreditált laboratórium végezze el.

A stabilitás-ellenőrzést az AGMI Rt. legalább ET2-es fokozatú vizsgálója hajtsa végre.

Teszt-sorozat:

Minden egyes beállítás mellett legalább 5-5 vizsgálat eredményéből kell $\bar{a}_i$ és u_i értéket számolni, külön a jelek amplitúdójára és külön a fázisára.

Gépi szondamozgatás:

Az örvényáramú jeleket módosítja az, ha a szonda-próbatest relatív sebesség változik. Ezért a szondát konfirmáláskor csak géppel szabad mozgatni. (Ez közvetve egyúttal a szondamozgató rendszert is teszteli.)

Konfirmáló próbatestek:

Az alapkészülék ellenőrzéséhez sárgarézs cső és csővizsgáló belső szonda használandó.

Az alapkészülék + távolterű egység teszteléséhez szénacél vagy gyengén ötvöztött acélcső és távolterű belső szonda használandó.

A próbatestek tartalmazzák a következő mesterséges hibákat: 40%-os belső, koncentrikus horony, 60%-os külső lelapolás és Ø 2 mm-es átmenő furat. (A hibamélységek a névleges falvastagság százalékában értendők.) A belső horony 0,5 – 1,0 mm széles, a külső lelapolás 30 – 60 mm hosszú és hirtelen kezdődő, ill. végződő legyen.

Archiválás:

A konfirmálás során felvett jeleket egyrészt ki kell nyomtatni, másrészt elmentett formájukban CD-re át kell írni.

A kinyomtatott jelek a konfirmálási jegyzőkönyv részét képezik, mert a jelek alakja is figyelemmel kísérendő a stabilitás ellenőrzésekor.

Nyomelem meghatározás vízmintákból – Egy jártassági vizsgálat tapasztalatai

Stefánka Zsolt – Fodor Péter*

Bevezetés

Az analitikai laboratóriumok többsége számára napjainkra elengedhetetlen az általuk végzett mérésekhez szükséges akkreditáció megszerzése. Ehhez a 2002. évtől bevezetett akkreditációt szabályozó szabvány [1] alapján rendszeresen részt kell venniük ún. jártassági vizsgálatokon, melyek keretében a napi analitikai gyakorlatban mért mintához hasonló (mintamatrix, meghatározandó elemek és azok koncentráció tartománya) „teszt-mintákat” kell elemezniük. Bár jártassági vizsgálat csak egy része a laboratóriumok minőségügyi rendszerének, de igen fontos része. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a jártassági vizsgálat mellett szükség van a minőségbiztosítás olyan fontos eszközeire, mint a hiteles anyagminták, validált módszerek, megfelelő műszer- és emberállomány illetve a minőség mellett elkötelezett management [2].

A laboratóriumok számára a jártassági vizsgálatokon való rendszeres részvétel nem csak az akkreditáció megszerzése szempontjából fontos, hanem egyfajta állandó ellenőrzési lehetőség a laboratórium vezetőinek a kiadott mérési eredmények megbízhatóságát, valódi értékétől való eltérését illetően. A laboratórium vezetőinek egyrészt igen sok információt adhat a jártassági vizsgálatokon való rendszeres részvétel, pl. milyen a mérési eredmények valódi értékétől való eltérése összehasonlítva az előző jártassági vizsgálat eredményével, milyen a mérési eredmények megbízhatósága összehasonlítva a többi résztvevő laboratóriummal?

Másrészt az Európai Unió gyakorlat is azt mutatja, hogy az eljövőkben az EU egyre növekvő figyelmet fordít az ún. rutin laboratóriumok mérési eredményei megbízhatóságának növelésére. Az ISO Guide 25, az ISO 9000 és az ISO 9001 szerint akkreditált laboratóriumoknak igen erősen ajánlott rendszeres részvétel jártassági vizsgálatokon [3].

Cikkünkben a Szent István Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszéke és a Nemzeti Akkreditációs Testület szervezésében két éve zajló jártassági vizsgálatok 2001. évi eredményeiről kívánunk beszámolni. A vizsgálatban résztvevő laboratóriumok többsége talaj- vagy élelmiszer-vizsgáló laboratórium (1. táblázat), amelyek többek közt nyomelem meghatározásokat végeznek. Jelen vizsgálat szervezésekor a résztvevő laboratóriumok vezetőivel közös megbeszélést tartottunk, melynek során együtt terveztük meg a jártassági vizsgálatot, megegyeztünk a vizsgálat céljában, az elemzendő minta anyagi minőségében. Kiválasztottuk a mérendő elemeket, meghatároztuk azok számát, az elemek koncentráció tartományát [4]. A vizsgálat a laboratóriumok jártasságát volt hivatott ellenőrizni, vízmintát modellező oldatokból történő nyomelem meghatározás során.

Kísérleti módszerek

A mintákat egyeletes 1000 g·dm⁻³ koncentrációjú Merck standard oldatokból úgy készítettük, hogy miután tömegméréssel az egyes elemeket a kívánt koncentrációnak megfelelő mennyiségben bemértük egy 2 dm³ A-jelű normál lombikba, 20 cm³ salétromsavat adtunk hozzá, majd jelle töltöttük.

A minták előállításához használt vegyszerek mind alt. tisztaságúak voltak, az ion cserélt vizet Elgacan ioncserélő gyantával állítottuk elő (R > 10 MΩ). Az eredményeket HostonXL és Microsoft Excel programokkal értékeltük ki.

A jártassági vizsgálatok kiértékelésére egyelőre nincs általános érvé-

nyű előírás. A szervezők maguk dönthetik el, hogy a rendelkezésre álló matematika statisztikai módszerek közül melyeket használják [3, 4, 5].

Az egyik legfontosabb paraméter a *valódi érték*, amelynek meghatározására a következő három módszer a leggyakrabban alkalmazott [2]:

1. Ismert mennyiségű meghatározandó elem hozzáadása a mintamatrixhoz, amely nem tartalmazza a meghatározandó elemet.

2. A jártassági vizsgálat résztvevői által elfogadott referencia labor mérését (lehetőleg abszolút vagy visszavezetett módszerrel) tekintjük valódi értéknek.

3. A jártassági vizsgálatban kapott értékek átlagából számítjuk ki a valódi értéket. Ebben az esetben a valódi érték kiszámítása előtt el kell végezni a kiugró adatok elemzését, mert ezek jelentősen befolyásolhatják az átlagértéket.

Mindhárom módszer esetén alapvető követelmény az eredmény visszavezethetősége valamely abszolút mértékrendre. Ezen jártassági vizsgálat során a valódi érték meghatározására alkalmazott abszolút mértékrend a tömegmérés volt, hiszen a minta előállítása során pontosan ismert koncentrációjú, pontosan mért tömegű meghatározandó elemet adtunk a mintához.

A jártassági vizsgálaton résztvevő laborok teljesítményének mérésére az egyik leggyakrabban használt mutató az ún. *z-érték*.

A *z-érték* az elfogadott érték és a mérési eredmény közötti eltérést méri. Használatának az az alapfeltevése, hogy a *z-értékek* normális eloszlást mutatnak, melynek középértéke 0 és szórása 1. Az analitikai mérések eredményei így statisztikailag jobban kezelhetők. A *z-érték* számítása a következő [2]:

$$Z = (X_i - X) / \sigma$$

ahol X_i a mérési eredmény értéke, X az elfogadott érték és σ a szórás. A *z-érték* kiszámításához a szórás meghatározására szintén több módszer elfogadott. A két leggyakrabban használt módszer a következő:

1. A jártassági vizsgálat során kapott összes mérési eredményből számított szórás. Ilyenkor előzőleg el kell végezni a kiugró adatok statisztikai szűrését, mert ezek nagymértékben növelhetik a szórást, ezzel meghamisítva a vizsgálat eredményét.

2. Az elvégzett vizsgálatra, az alkalmazott analitikai módszerre, és a mérendő elemek koncentráció-tartományára jellemző szórási érték, amely az adott vizsgálati feltételek mellett elfogadható szórási értéket jelenti.

A kiértékeléskor a 2. pontban leírt módszer szerint határoztuk meg a szórás értékét, amely – figyelembe véve a fent említett vizsgálati paramétereket, különös tekintettel a mérendő elemek koncentrációjára – az elfogadott érték 5 százaléka volt.

Ezek után a laboratóriumokat három kategóriába soroltuk, a kapott *z-értékek* abszolút értékei szerint:

$ z < 2$	megfelelt
$2 \leq z \leq 3$	kérdőjeles
$ z > 3$	nem felelt meg

A laboratóriumok számára szintén fontos információ a *valódi érték*től való *eltérés*. Ezzel lehet legegyszerűbben kifejezni a jártassági vizsgálaton résztvevő teljesítményét. Ezért a *z-érték*en túlmenően ezt az értéket is kiszámítottuk, az alábbi képlet segítségével:

$$D = |X_i - X|$$

ahol D az eltérés a valódi értéktől, X_i a mérési eredmény értéke, X a valódi érték.

* Szt. István Egyetem, Alkalmazott Kémia Tanszék, 1118 Bp. Villányi út 35.,
e-mail: stefanka@omega.kee.hu

1. táblázat.

A jártassági vizsgálatban résztvevő laboratóriumok névjegyzéke (a sorrend nem egyezik meg a későbbi ábrákon látható laborsorszámmal), illetve a vizsgálatban mért elemek (kereszttel jelezve) és azok koncentrációjának valódi értéke

		As	Ca	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Na	Pb	Sn	Zn	Ni	Cr	Cd
Mérendő elem koncentrációja, g.dm ⁻³	QC3	0,8	21,0	2,5	10,0	0,4	83,0	5,0	3,00	82,0	1,1	1,2	10,0	5,0	3,5	5,0
	QC4	0,8	4,2	0,5	2,0	0,4	16,5	1,0	0,6	16,5	0,2	0,2	1,8	0,9	0,7	1,0
Résztvevő laborok																
Veszprémi Egyetem, Analitikai Kémia Tanszék			+	+	+		+	+	+	+			+	+	+	+
TVK Rt. Kutatóközpont		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				
Bács-Kiskun Megyei NTÁ Talajvizsgáló Lab.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hajdú-Bihar Megyei NTÁ Talajvizsgáló Lab.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fejér Megyei NTÁ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ÁNTSZ Győr-Moson-Sopron Megyei Intézete		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vas Megyei NTÁ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jász-Nagykunszabolcs Megyei NTÁ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
Magyar Állami Földtani Intézet		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ÁNTSZ Zala Megyei Intézete, Lab. Osztály				+			+		+	+	+		+	+	+	+
Bács-ÁG Kft., Mezőgazd. Vizsg. És Termékmin. Lab.			+	+	+		+	+	+	+			+			
BFNTÁ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+			
ÁNTSZ Fejér megyei Intézete			+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	
OMMI, Központi Laboratórium		+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
Észak Zalai Víz- és Csatornamű Rt., Közp. Lab.							+			+						
Szent István Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszék		+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+

Eredmények és értékelésük

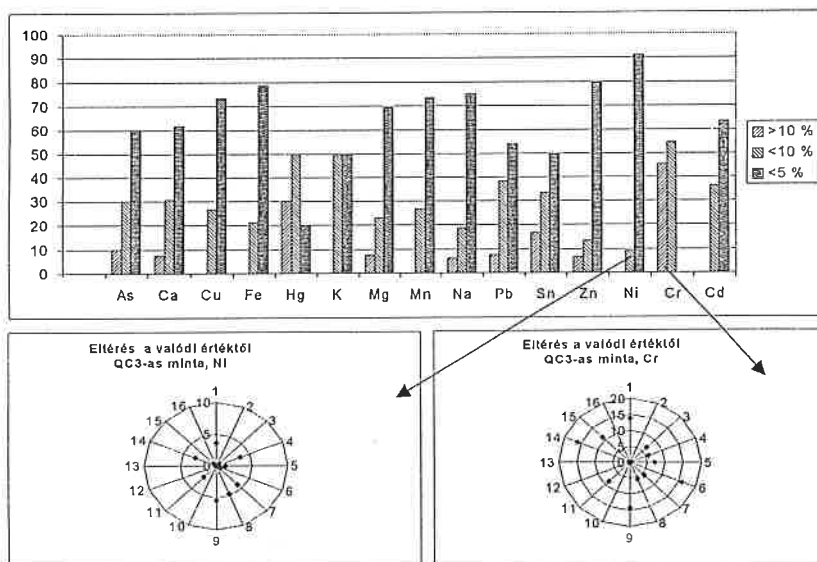
A minta a napi analitikai gyakorlatban gyakran elemzendő 15 elemet tartalmazta különböző koncentrációban. Az elemek koncentrációját úgy választottuk ki, hogy jól mérhető tartományba essenek. (A laborok által alkalmazott analitikai módszer a meghatározandó elemek többségénél induktív csatolású plazma atomemisziós spektrometria volt.) A laborok maguk választották ki, mely elemekre végzik el a meghatározást. A mintasorozatok két különböző koncentráció-tartományt öleltek át. A QC3 jelű mintasorozat 0,2 – 100 mg.dm⁻³, a QC4 jelű 0,2 – 20 mg.dm⁻³ koncentráció-tartományban tartalmazta az egyes elemeket (1. táblázat). A legtöbb laboratórium által elemzett elemek közé tartozik a nátrium, a kálium, a réz és a cink; ezeket egy kivételtől eltekintve mindegyik laboratórium elemezte. A legkevesebb eredmény a minták óntartalmáról érkezett, az összes laboratóriumnak kevesebb, mint a fele határozta meg az ónt a mintákból.

Eltérés a valódi értéktől

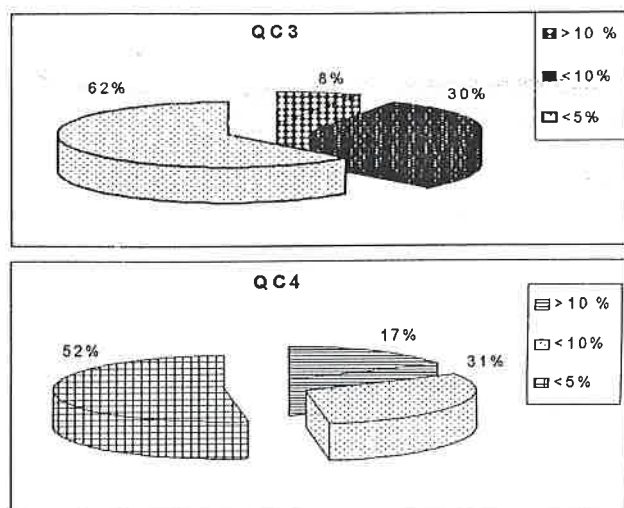
Az 1. ábrán az egyes mért elemek valódi értéktől való eltérése látható. Két elemre kapott eredményeket laboratóriumokra lebontva is bemutatjuk. A két elem, a króm és nikkel, jól jellemzi a beérkezett eredmények két végétét. Bár a vizsgálat során csak oldatokat elemeztek, és az elemek koncentrációi is a jól mérhető tartományba estek, mégis néhány elem esetében igen jelentős eltérést figyelhattunk meg, amely akár a 15%-ot is meghaladhatja; ilyen elem pl. a króm (1. ábra, jobb alsó kép). Egyes elem esetében (pl. higany) az összes mérésnek a 30%-a is a valódi értéktől 10%-nál nagyobb eltérést mutatott, de az elemek 80%-ánál a valódi értéktől 10%-nál nagyobb eltérés aránya kisebb 10%-nál (1. ábra, felső kép). A nikkel jó példája annak, hogy a mérések jelentős számában szinte mindegyik laboratóriumban 10%-nál kisebb eltéréssel mértek (1. ábra, bal alsó kép).

Az eredmények értékelése során a valódi

értéktől való eltérés összesített adatait mind a QC3 mind a QC4 jelű mintára kiszámítottuk (2. ábra). A QC3 jelű minta esetén, amely nagyobb koncentrációban tartalmazta a meghatározandó elemeket, az összes mérés mindössze 8 százaléknál volt a valódi értéktől 10%-nál nagyobb az eltérés. Az összes mérés 62%-a volt 5%-nál nagyobb pontosságú. A QC4 jelű mintánál a mérések 83%-a mutatott 10 százaléknál kisebb eltérést az elfogadott értéktől, és ezeknek is több mint a fele 5%-on belüli eltérésű volt. Ez igen jó eredménynek számít jártassági vizsgálatnál, ahol nemcsak az egyes laboratóriumok által használt analitikai technikák különböznek egymástól (pl. FAAS, HG-AAS, ICP-AES), hanem a kalibrálási módszerek is eltérőek (pl. analitikai mérőgörbe meghatározásakor felvett mérési pontok száma, belső standard használata, párhuzamos mérések száma), amely paraméterek különböző volta mind növelheti az eltérést az egyes eredmények között.



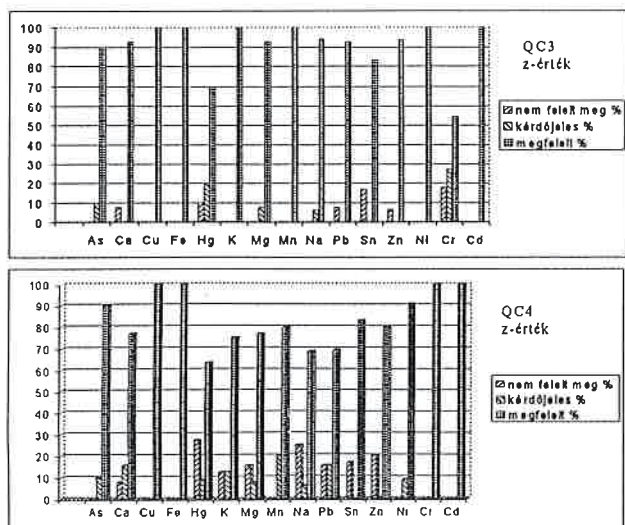
1. ábra. Az egyes elemek meghatározásainak eltérése a valódi értéktől. A króm illetve a nikkel elemekre laboratóriumokra lebontva láthatók az eredmények.



2. ábra. Elterés a valódi értéktől, összesített eredmények

A z-érték

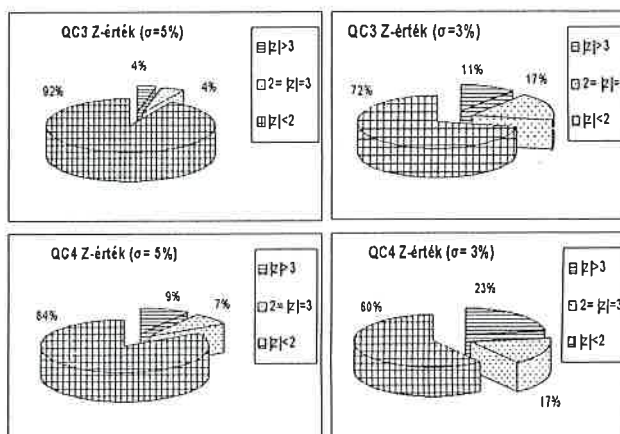
Jártassági vizsgálatokban a résztvevő laboratóriumok teljesítményének mérésére általánosan használt mutató az ún. z-érték, ennek megoszlását mutatja mind a két mintasorozatra a 3. ábra. A z-értékeket elemek szerint csoportosítottuk. A z-érték kiszámításakor a szórás a valódi érték 5 százaléka határozta meg. A QC3 jelzésű mintánál különösen „problémás elemnek” bizonyult az ón illetve a króm a 16,7 illetve a 18,2%-os „nem felelt meg” minősítéssel (a valódi értékek az ábrán nincsenek feltüntetve). Ugyanakkor a kálium, a mangán, a kadmium, a nikkel, a réz és a vas valamennyi mérése belül volt a $|z| < 2$ elfogadási határon. A QC4 jelzésű mintánál azt vártuk, hogy a króm esetében még magasabb százalékban esnek a mérések a „nem felelt meg” kategóriába, hiszen ugyanolyan mátrixban kellett a laboratóriumoknak alacsonyabb koncentrációjú krómot meghatározni. Ezzel ellentétben az összes mérés „megfelelt” minősítést kapott, ami azt jelezheti, hogy a megfelelés ebben az esetben nem koncentráció-függő. Például a kadmium, a réz és a vas a kisebb koncentráció-tartományban is igen jól mérhető elemeknek bizonyultak, minden mérési eredmény a „megfelelt” kategóriába esett.



3. ábra. Az egyes elemek méréseinek z-értékei

A 4. ábrán a QC3 és QC4 minták összes mérési eredményének z-értékét hasonlítottuk össze. Két különböző szóráshoz ($\sigma = 5\%$ és $\sigma = 3\%$) is kiszámítottuk a z-értéket. A QC3 minta 5 százalékos szóráshoz

tartozó z-értékei közül az összes eredmény mindössze 4 százaléka volt a $|z| > 3$ határon túl, ami nagyon jó eredménynek számít. A $\sigma = 3\%$ (amely nagyon szigorú követelmény) z-értékeinek is csupán a 11 százaléka esett a „nem felelt meg” kategóriába.



4. ábra. Összesített z-értékek $\sigma = 5$ illetve 3 százalékos szóráshoz

A QC4 jelű minta esetén természetesen ennél nagyobb arányú volt a „nem felelt meg” mérések száma, lévén hogy ebben az esetben kisebb koncentrációban voltak jelen a meghatározandó elemek, de még így is a QC3 minta esetén természetesen ennél nagyobb „megfelelt” minősítést kapott.

Összefoglalás

Munkánkban a Szent István Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszéke és a Nemzeti Akkreditációs Testület szervezésében 2001-ben lezajlott jártassági vizsgálat eredményéről számoltunk be. A vizsgálat tárgya a laboratóriumok jártasságának ellenőrzése vízmintát modellező oldatokból történő nyomelem meghatározás során.

A minták két különböző koncentráció-tartományban (QC3 jelű mintasorozat 0,2 – 100 mg.dm⁻³, és QC4 jelű 0,2 – 20 mg.dm⁻³) tartalmazták az elemzendő elemeket. Az eredményeket a valódi értéktől való eltérés és z-érték alapján értékeltük ki. Mindkét módszerrel jó eredményeket kaptunk; a „nem felelt meg” kategória az összes mérést tekintve csak a QC4 minta elfogadott értéktől való eltérése esetén volt 10 százaléknál nagyobb.

A közeljövőben tervezzük egy hasonlóan vizes oldatból történő szintén fémmeghatározáson alapuló jártassági vizsgálat lebonyolítását, de az elemek koncentrációi az ICP-AES technika kimutatási határa közelében lesznek. A későbbiekben egy, már komolyabb mintaelőkészítést igénylő, szilárd mintákon alapuló jártassági vizsgálat szervezését is tervezzük.

Irodalom

- MSZ EN ISO/IEC 17025:2001
- EURACHEM guide on selection, use and interpretation of proficiency testing schemes by laboratories, Edition 1.0-2000
- ISO/IEC Guide 43 – Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies, 2nd edition 1997 (Part 2)
- ISO/IEC Guide 43 – Development and operation of proficiency testing schemes, 2nd edition 1997 (Part 1)
- Tholen D. W., Accred. Qual. Assur., 3, 362, 1998

A POY-fonal gyártásának preparálószeri és vizsgálata

Erdélyi János* – Erdélyi József** – Gyovai Ágnes** – Kovács Mária

Bevezetés

A poliamid-6 alapú textilselymek szálképzésénél fontos feladat a nyújtatlan alapfonalra megfelelő mennyiségű és minőségű preparáló anyag felvitele. A preparálás alapvető funkciója, hogy biztosítsa a stabil és jó szerkezetű csévék képzését, továbbá a nyújtatlan alapfonal jó feldolgozhatóságát. POY-fonalak (partially oriented yarn) gyártása során a preparáló anyagot 3600 m/perc feletti felcsévézési sebesség mellett kell felvinni.

Tanulmányunk a vegyiszálgártó szemszögéből foglalkozik a preparálószer kiválasztásának szempontjaival és a szer felvitelének megoldásával.

Tanulmányunkban feldolgoztuk a Zoltek Rt. (Nyergesújfalu) Danamid Selyem Üzletágában végzett POY preparációs kísérletek eredményeit.

A preparálószer kiválasztásának általános kritériumai

Ahhoz, hogy egy szálképzési technológiához preparálószeret válasszunk, néhány alapvető információ szükséges. Esetünkben a poliamid-6 POY alapfonalak gyártása szempontjából ezek közül a legfontosabbak a következők:

- A szál finomsága feltekercseléskor: 93dtx/20 elemiszál.
- A feltekercselési sebesség: 3600 m/perc.
- Félmatt natúr, vagy mesterkeverékkel színezett alapfonalat gyártunk.
- Az elemiszálak keresztmetszete kör alakú.
- A preparálás a szálhűtő aknában végezhető kerámia stíftelen, vizes oldatból, preparációs adagoló szivattyúkkal.

Ezek ismeretében olyan megoldást kell találni, hogy a fonálakra egyenletesen 0,25–0,35% preparálószer és 2,5–3,0% közötti nedvességtartalom kerüljön. A csévé szerkezete stabilan jó kell legyen, ne legyen túl kemény, vagy ne omljon le, de a terjedelmesítéskor a POY-alapfonal jól és minél kevesebb szakadással fejtődjön le a csévérről.

A szálképzői preparációk iránti követelmények

A szálképzői preparáló szerek elősegítik az olvadáklapotból meg-szilárdult poliamid filamensek haladását és futását a szálvezetőkön, szálvezető görgőkön és hengereken.

Általában több komponensből állnak, amelyek a következő funkciókat töltik be:

A **csúsztatószer**, vagy **kenőanyag** komponense biztosítja a sima szállfutást a szálvezető elemeken. A polimer és a szál típusától függően ez lehet poliglikolészter és poliglikol-éter keveréke, ásványolaj vagy észterezett olajok.

A **kohéziós komponens** egyrészt egyben tartja és összefogja az elemiszálakat a fonalban. Másrészt ez a komponens biztosítja az egyensúlyi fonál-fém közötti kohézió kialakulását, amely a későbbi nyújtási folyamat elvégzéséhez szükséges. A kohéziós komponensek etoxilált zsírsavak és trigliceridek vagy szulfonátok.

Az **antisztatikumok** csökkentik a fonalak elektrosztatikus feltöltődését, amelyet a súrlódás okoz. Az antisztatikumok lehetnek kationaktívák, anionaktívák és nem ionogének. Különösen jó antisztatikus kom-

ponensek a foszforsavészterek és szulfonátok, amelyek csökkentik az elemiszálak közötti elektrosztatikus taszítást.

A csúsztatószer, a kohéziós és az antisztatikum komponensek egyidejűleg bizonyos mérvű emulgeáló tulajdonságokkal is rendelkeznek. Ettől függetlenül szulfonált zsírsavgliceridek, zsírsavak és poli-etilénoxid adduktumok használatosak emulgeáló szerekként. Az **emulgeáló szerek** teszik lehetővé a preparáló szer felvitelét vizes oldatból.

A különböző adalékok még a **baktericidek**, **antioxidánsok**, **flokkuláció gátlók** és a szállal szembeni affinitás növelők. Az adalékok összes mennyisége 1% alatt van.

A preparálószer jellemzői, tulajdonságai

A preparálószer gyártói általában a szer következő fontosabb jellemzőit adják meg a felhasználóknak:

- Az összetételt csupán általánosságban közlik, például etoxilált zsírszármazékok, anionos antisztatikum komponens, zsírsavészterek és speciális csúsztatószer elegye.
- Megjelenési forma: sárgás-barnás színű, tiszta, olajszerű
- Aktívanyag-tartalom: 85 – 95%
- Viskozitás 25°C-on: 110 – 130 mPa.s
- Sűrűség 25°C-on: 0,930 – 0,965 g/cm³
- Az emulzió megjelenési formája: sárgás-barnás, áttetsző emulzió
- pH (10%): 7,5 – 8,5
- Az emulzió viszkozitása 25°C-on: 5% hatóanyag esetén 1,2 mm²/s
10% hatóanyag esetén 1,6 mm²/s
- Az emulzió ajánlott koncentrációja: 3 – 15%
- Ajánlott felviteli mennyiség frikciós terjedelmesítés esetén: 0,35–0,45%
- Az emulziót 30 – 60 °C között desztillált vízzel kell készíteni.
- Természetesen hangsúlyozzák a termék jó alkalmazási tulajdonságait is:
- Jó csévéképzést biztosít gyors feltekercselés esetén.
- Hidrofil jellege révén biztosítja a szálon a szükséges nedvességet.
- Hőstabil 220 °C-ig.
- Jó lefejtődést biztosít, mert alacsony a szál-szál súrlódási együttható.

Preparálási módszerek

A preparáló szerek felvitele a szálra – a multifilamensek esetében – alapvetően két módon történik, nevezetesen: a preparáló kerámia stíftelen (1. ábra), illetve a preparáló hengereken (2. ábra).

A preparálás folyamata a következő: A szálképző düzniből kilépő szálak teljesen vízmentesek. A poliamid-6 egyensúlyi víznedvessége 4,5%, a normál klímában tartott szál ezt a mennyiséget venné fel. A szál nedvességgel telítődését lehetővé kell tenni még feltekercselése előtt, mert ez a folyamat a szálak hosszirányú duzzadásával jár, mely a csévé szerkezet fellazulását okozhatná, akár oly mértékben, hogy a forgó csévérről a fonal lecsúszna és lehetetlenné válna a felcsévézése.

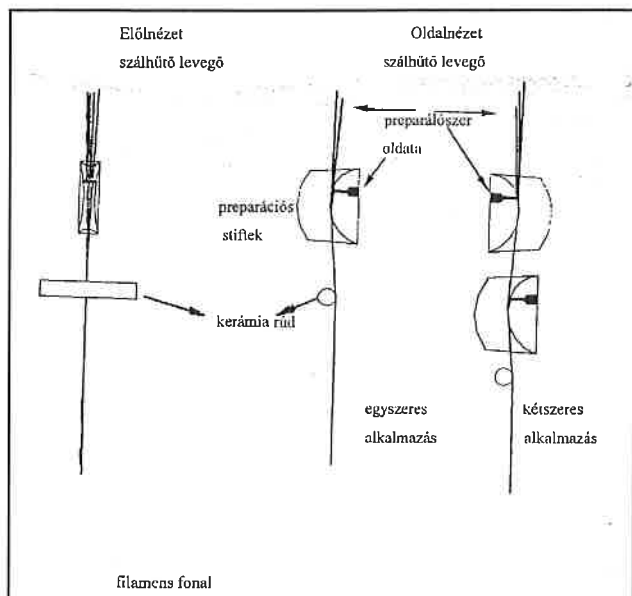
A preparálással egyidejűleg tehát nagyon fontos a szál nedvességtartalmának a beállítása. A vízfelvétel növelése érdekében célszerű híg, 6%-os preparálószer oldatot alkalmazni.

A fonálágankénti külön stíftelen a szálnak pontos mennyiségű preparálószer és nedvességet adagolunk nagy pontosságú fogaskerékszivattyúkkal. A szivattyúk teljesítménye általában 0,08 cm³/fordulat.

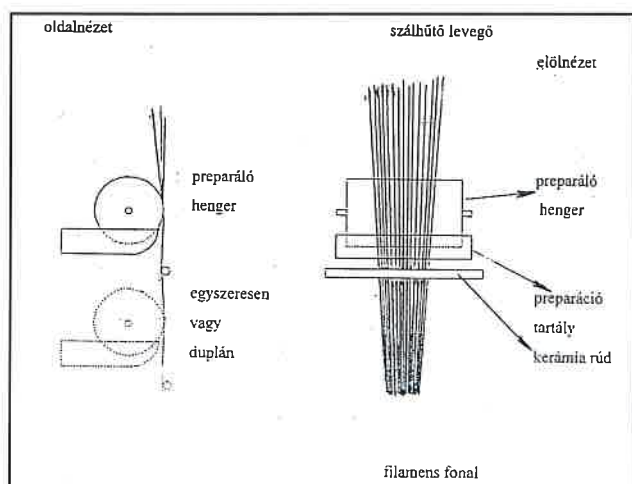
A stíftel elhelyezésére két lehetőség van: az ejtőcsőben a düzni alatt olyan távolságban, hogy a szál a preparálásig az üvegesedési hőmér-

* Zoltek Rt., Nyergesújfalu;

** BMF



1. ábra. Preparálás kerámia stíften

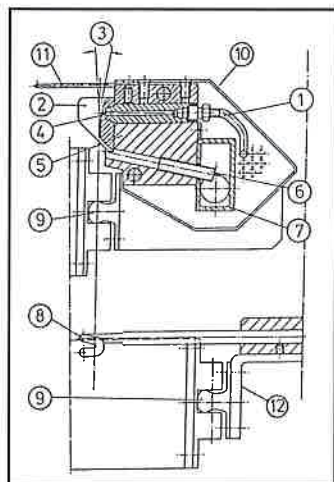


2. ábra. Preparálás kerámia hengeren

séklet alá hűljön, vagy pedig az ejtőcső után, gyakorlatilag a felteker-cselő gépen.

POY-fonalak gyártásakor a stíftet a dűznik alatt 1300 – 1500 mm távolságra kell szerelni, ha a szálképzés sebessége kisebb, mint 4000 m/perc. A pontos távolságot kísérletekkel kell megállapítani, így a stíftet

- 1 preparáció ráfolyás
- 2 preparáló stíft
- 3 állítható szög
- 4 stíft tartó
- 5 tartó blokk
- 6 preparáció visszafolyó
- 7 prep. gyűjtő visszafolyó
- 8 malacfarok, állítható
- 9 tartóállvány rögzítés
- 10 védő ház
- 11 szálfeszítő védő



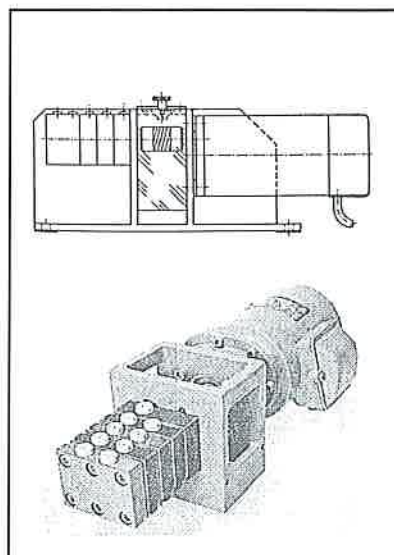
3. ábra. Stíftes preparáló rendszer

magassága állítható kell legyen.

A 3. ábra egy stíftes preparációs rendszert mutat be. A stíft alatt 100 – 200 mm távolságban általában egy szálfeszítő elemet (malacfarok) alkalmaznak, amely biztosítja, hogy a stíftben mindig azonos pozícióban fusson a szál. Erősen vitatott az a kérdés, hogy a stíftet a szálfeszítő levegő-árammal szembe nézzenek-e, vagy fordítva, kifelé. Az esetek 85%-ában kifelé mutatnak, amelynek egy előnye van, hogy a szál szemmel megfigyelhető.

A stíft távolsága a dűznitől jelentősen befolyásolja a felteker-cselői szálfeszítést, így a csévéképzés minőségét.

A 4. ábra egy preparációs fogaskerékszivattyút mutat be. Fordulat-száma 20 – 60 fordulat/perc között szabályozható.



4. ábra. Preparációs fogaskerékszivattyú a meghajtó motorral

Kísérletek a megfelelő preparálószer kiválasztására

Említetük már, hogy a POY-fonal preparálása lehetséges a szálfűtő aknában és a felteker-cselőben is.

Eleinte a tekercselőben próbáltuk a prepalálást megvalósítani, elég kevés sikerrel. A műszaki megoldás keresésével egyidejűleg elhatároztuk, hogy különböző cégektől kérünk kísérleti felhasználásra preparálószeret, és az eredmények alapján közülük a legmegfelelőbbet fogjuk alkalmazni.

A kísérleti módszer

Egy szálfűtőhely preparálását leválasztottuk a nyolchelyes közös rendszerből. Az egyes preparálószer típusokból elkészítettük a szokásos 5,5%-os vizes emulziókat. A koncentráció a 90%-os hatóanyag-tartalomra vonatkozott, így az emulziók hatóanyag-tartalma gyakorlatilag 5%-os volt.

Minden preparálószerrel közel 10 napos kísérletet végeztünk. A kísérletek elején beállítottuk a POY-fonalon a preparációt és nedvességtartalmat, amelyhez a preparációs szivattyú 40 fordulat/perc teljesítménye tartozott. A továbbiakban a fordulatszámot nem változtattuk.

A kísérlet időszakára már véglegesen döntöttünk arról, hogy a szálfűtő aknában preparálunk, és ennek a kivitelezése már meg is történt.

Kiértékelési módszerek és szempontok

A kísérletek során a következő paramétereket mértük:

Az elektrosztatikus feltöltődés mértéke a mozgó fonalon a tekercselőben a szálfeszítő felett és közvetlenül alatta.

Ugyancsak a feltöltődés mértéke a terjedelmesítő gépen a terjedelmesítés után, vagyis a szálfeszítő felett, majd az antisztatikus kezelés után a szálfeszítő alatt.

Szintén mértük a feltöltődést a textillaboratórium Elkométer vizsgálóberendezésén, futtatva a szálát a POY-csévékről és a késztermék terjedelmesített fonalra.

A tekercselői csévéket és a belőle készült terjedelmesített fonalakat a vegyi és a textillaboratóriumban teljeskörűen bevizsgáltuk.

A felteker-cselői menetet a telicsévé aránnyal értékeltük.

A terjedelmesíthetőséget, a feldolgozhatóságot a szakadásszámok alakulásával értékeltük.

A kísérletek kiértékelése

Az elektrosztatikus feltöltődés mértékét az 1. és 2. táblázat, illetve az 5. ábra szemlélteti.

1. táblázat. Az elektrosztatikus feltöltődés mértéke; az értékek C/s x 10⁹ (coulomb/sec)

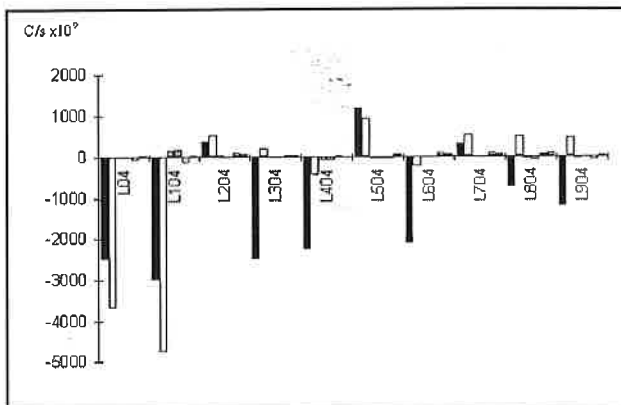
Preparáció sorszáma	Csévélés szálv. felett	Csévélés szálv. alatt	Terjedelm. prep. előtt	Terjedelm. prep. után	Elkométer POY-csévé	Elkométer kész fonal
L 04	-3000 -2500 -2000 -2500	-3500 -4000 -3000 -4250	-20 -60 -30 -30	-10 -70 -30 -30	-75 -75 -75 -100	-5 +5 +5 -10
L 104	-2500 -3500 -2500 -3500	-4750 -4750 -4750 -4750	+250 +20 +150 +200	+200 +250 +100 +100	-150 -150 -150 -100	+15 +15 +20 +20
L 204	+200 +300 +750 +300	+300 +800 +600 +400	+30 -20 -50 +10	-30 -60 -80 +100	+90 +95 +70 +90	+40 +45 +60 +40
L 304	-2500 -4000 -1000 -2500	-500 +500 +500 +300	- - - -	- - - -	+20 +20 +25 +20	+20 +10 +15 +20
L 404	-1000 -5000 -3500 -1500	-350 -600 -500 -300	-150 -100 -50 -50	-150 -100 -75 -25	+30 +30 +45 +50	-20 -15 +15 +20
L 504	+1000 +1500 +1500 +750	+500 +1000 +1500 +750	-50 -50 -75 -75	-50 -75 -50 -50	-75 -50 -75 -25	+65 +70 +65 +70
L 604	+1500 -4000 -4500 -1500	-500 -500 -500 +500	-40 -50 -25 -35	-50 -50 -30 -30	+90 +80 +80 +80	+50 +55 +40 +65
L 704	+100 +100 +250 +800	+700 +600 +350 +500	+50 -50 -70 -40	+30 -50 -60 -30	+60 +80 +100 +95	+35 +50 +50 +40
L 804	-500 -900 -900 -700	+500 +500 +500 +500	-60 -100 -50 -60	-90 -150 -50 -100	+50 +65 +70 +65	+85 +80 +70 +80
L 904	-900 -1000 -1000 -2000	+700 +400 +500 +300	-70 -30 -50 -50	-50 -30 -60 -40	-75 -100 -100 -150	+35 +30 +30 +30

2. táblázat. Az elektrosztatikus feltöltődés átlagértékei, C/s x 10⁹

L04	-2500	-3688	-35	-35	-81	-1
L104	-3000	-4750	155	163	-138	18
L204	388	525	-8	-18	86	46
L304	-2500	200	-1	-1	21	16
L404	-2250	-438	-88	-88	39	1
L504	1188	938	-63	-56	-56	68
L604	-2125	-250	-38	-40	83	53
L704	313	538	-28	-28	84	44
L804	-750	500	-68	-98	63	79
L904	-1225	475	-50	-45	-106	31

A mérőműszer legérzékenyebb mérési tartománya 10⁻⁹ C/s volt. Általánosságban megállapítható, hogy az eredmények nagyságrendileg -4750 és +1500 x 10⁻⁹ C/s között ingadoztak. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a szálon hol elektron többletet, hol pedig elektron hiányt mértünk. A mért értékek lényegében mikroamper, illetve nanoamper nagyságrendű áramerősségnek felelnek meg.

A méréseket mindig ugyanaz a személy végezte, így próbáltuk elkerülni a leolvasásból és a szubjektivitásból eredő hibákat.



5. ábra. Az elektrosztatikus feltöltődés mértéke az egyes preparálószerkekre a mérési helyek sorrendjében

A textillaboratóriumban POY-csévé, illetve terjedelmesített fonalon mért feltöltődési eredmények eleve kritikával értékelendők, mert a mérés kivitelezéséhez a fonalat fém és kerámia szálvezetők között kell vezetni, amely befolyásolja az eredményt.

Minden esetre azt váránk, hogy a kész POY-csévé elektron felesleg legyen, tehát a negatív előjelű eredményt jobbnak ítéltük. A terjedelmesített fonalra meg az lenne a várható, hogy ne legyen feltöltődés, ennek ellenére +/- nulla és + 68 nanoamperes feltöltődéseket mértünk. Ez azért érdekes, mert a terjedelmesített fonalat minden esetben már külön kezeltük antisztatikummal.

Az eredmények alapján három fő típusú preparálószer emelhető ki az alkalmazottak közül. A normál termelésben használt L 04 típushoz hasonlóan voltak olyanok, amelyek a feldolgozás sorrendjében és magán a POY-csévé is negatív előjelű töltést mutattak.

A másik fő típusnál az előjelek a tekercselőben pozitívvá indultak, majd azt követően negatív tartományba mentek át.

A harmadik típusnál a preparálószer felvitele után negatív volt az elő-

3. táblázat. Tekercselői csévék és a terjedelmesített fonal vizsgálati eredményei

Tekercselői csévék:

preparáció sorszáma	titer tex	szakítóerő MN	fajlagos szakítóerő mN/tex	szakadási nyúlás %	preparáció %	nedvesség %
L 04	9,41	3049	324	64,1	0,38	2,1
L104	9,39	3120	334	64,7	0,22	2,5
L204	9,42	3120	331	62,1	0,29	2,2
L304	9,41	3228	343	68,1	0,39	2,2
L404	9,43	3188	337	66,1	0,40	2,1
L504	9,38	3080	328	62,4	0,45	2,4
L604	9,46	3259	344	61,4	0,43	2,4
L704	9,39	3056	325	60,2	0,39	2,4
L804	9,42	3070	326	64,7	0,42	2,2
L904	9,42	3060	324	63,2	0,38	2,1

Terjedelmesített fonalak:

preparáció sorszáma	titer tex	Szakítóerő, mN	Fajl.sza.kítóerő mN/tex	szakító nyúlás %	Hatra terjed. %	preparáció %	Nedvesség %
L04	7,87	2833	360	30,7	28,95	1,20	2,6
L104	7,81	2759	354	29,3	31,92	0,69	2,4
L204	7,79	2730	344	27,6	30,20	1,06	3,0
L304	7,79	2600	334	26,9	33,83	1,00	2,7
L404	7,80	2820	362	28,9	34,75	0,92	3,0
L504	7,90	2850	361	29,1	30,42	1,18	2,6
L604	7,76	2757	355	26,6	29,77	1,07	2,9
L704	7,80	2874	369	31,3	33,21	1,73	2,5
L804	7,83	2904	371	30,5	32,45	1,1	1,7
L904	7,85	2867	366	31,3	34,95	1,12	3,0

jel, a szálvezető után pozitív, majd azt követően ismét negatívba tért ki a mérőműszer.

A mérési sorozatokból végső soron az a következtetés vonható le, hogy három különböző preparálószer típussal is preparálható a POY-fonal.

A kísérletek folyamán a tekercselői csévéket és a belőlük készült terjedelmesített fonalakat a vegyi és a textillaboratóriumban teljeskörűen bevizsgáltuk. Az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza. A tekercselői POY-fonalon a nedvességtartalom 2,1–2,5% között mozgott, nagyobb értéket egy esetben sem sikerült elérni. A preparáció tartalom inkább nagyobb volt minden esetben, mint a megkívánt érték, ezt nyilván lehet szabályozni. A kész fonal paraméterei minden esetben jók voltak.

A feltekercselői menet vizsgálata

A feltekercselői menet értékeléséhez egy teljesen elméleti viszony-számot képeztünk. A telicséve képzés váltási ideje 4,6 óra. Szakadás nélkül, pillanatszerű váltással 24 óra alatt 5,22-szer kellene, illetve lehetne váltani. Ez azt jelenti, hogy amennyiben 100 %-os a telicséve arány, akkor ez a szám 5,22.

A kísérletek ideje alatt volt egy teljes hónap időszak, amikor az összehasonlítást képező hét szálképző pozíció gyakorlatilag meghibásodás nélkül üzemelt. A standard preparációra képzett menetjellemző szám 4,28 volt, amely 82%-os telicséve aránynak felelt meg. Ez egy kimondottan jó összehasonlítási bázis – magasra tett elvárás szinttel – a különböző preparációkkal végzett szálképzői menetek megítéléséhez. Az eredményeket a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat. A tekercselői menet jellemzői

Preparáció sorszáma	Telicséve viszonyszám	Telicséve %	Telicséve váltás db.
Standard L 04	4,28	82	
L 105	3,33	63,8	10
L 204	4,33	83	13
L 304	4,56	87,4	41
L 404	3,82	73,2	42
L 504	4,67	89,5	42
L 604	3,92	75,1	47
L 704	4,0	76,6	36
L 804	4,33	83	39
L 904	4,9	93,9	49

A terjedelmesítői menet értékelése sokkal nehezebb volt mint a feltekercselői menetjellemzők megállapítása. Az átlagosan 10 napos kísérleti időszak alatt 1800 kg-nyi cséve képződött, amelyből mindössze 4db telicséve, azaz 36 kg anyag terjedelmesítését követtük. Az alapfonalak feldolgozhatóságával általában nem volt gond. A szakadásszámok között alig volt különbség, amely azt is bizonyította, hogy a preparáló-anyagot szállítók a legjobb termékeiket küldték a kísérletre.

A termékek közül kiűnt az L 404-es jelölésű, amelynél mind a 4 db cséve szakadás nélkül terjedelmesíthető volt.

Egyébként a szakadásszámok 4,5 – 6,0 kg/szakadás értékek között mozogtak, de ez az érték jobban függ a gépi és a technológiai feltételektől, mint a preparálószer típusától.

Döntés a preparálószer kiválasztásáról

Az egy helyen lefolytatott preparációs kísérlet igazán nem lehet jellemző, mert a kísérlet ideje alatt minden preparálószer és kísérleti pozíció különleges figyelemben részesült. Ezért a végleges döntéshez szükséges volt egy 8 szálképzőhelyes kísérlet lebonyolítására. Ehhez a három legjobbnak ítélt preparálószeret választottuk ki, amelyekből 1-1 havi termeléshez szükséges mennyiséget rendeltünk meg.

A kiválasztásnál alapvetően az elektrosztatikus feltöltődési jellemzőket vettük alapul. Az egyik termék jellegénél fogva azonosan viselkedett, mint a már használt standard típus (az L 04 kontrolljaként az L 404).

A másik két terméket annak alapján választottuk, hogy hatásmechanizmusuk nyilván más a feltöltődési tulajdonságok alapján. Ezek a termékek az L 504 és az L 904 típusok lettek.

A nagyüzemi, azaz nyolchelyes kísérlet bebizonyította, hogy üzem-szerűen minden preparálószer gyengébb eredményt mutat az egyhelyes kísérletnél. A romlás mértéke viszont lényegesen különbözött.

A végső döntésnél a leglényegesebbnek azt tekintettük, hogy a terjedelmesítési folyamatban melyik biztosította a legjobb menetet. Ennek alapján az üzem-szerű termeléshez az L 404 típust választottuk.

Az egyes preparálószereket nem kívánjuk eredet szerint azonosítani, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a kísérletekben a következő cégek termékei vettek részt: Schill+Seilacher, Henkel, Hansa Textil Chemie GmbH, Zschimmer und Schwarz GmbH, Prochimica Novarese-Wolfahrt Chemie, Takemoto-Mitsubishi, Agatex Feinchemie GmbH.

Összefoglalás

Tanulmányunkban érzékeltetni kívántuk a POY-fonalgyártás preparálószerre iránti legfontosabb követelményeket és az alkalmazhatóság legfontosabb kritériumait a vegyiszálygártó szempontjából. Az elfogadhatóan nagy telicséve arány mellett még fontosabb, hogy az alapfonal alacsony szakadásszám mellett legyen terjedelmesíthető.

Bebizonyosodott, hogy sok jó, de különböző típusú preparálószer áll rendelkezésre, amelyek szinte bármelyikét alkalmazni lehetne. Az alapfonal és a késztermék minőségi jellemzői minden esetben jók voltak. Ugyanakkor szakmailag érdekes, hogy egyik preparálószerrel sem sikerült a POY-fonal nedvességtartalmát 3% fölé vinni, amely növelhetné a cséveképzés biztonságát. Adott gépi berendezés és technológia esetén fontos, hogy a nem tökéletes szerkezetű csévek lefejtődése is a jól megválasztott preparálóanyag révén jó terjedelmesíthetőséget biztosítson.

Irodalomjegyzék

1. Béla von Falkai: Synthesefasern, Verlag Chemie Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel, 1981.
2. Franz Fourné: Synthetische Fasern, Carl Hanser Verlag München, Wien, 1995.
3. Zschimmer and Schwarz GmbH. and Co.: Technical Information, Spin finish-es for the Man-Made fibre industry, Lahnstein, 1997
4. Különböző preparálószerek biztonsági adattaljai

SZEMLE

Új, superképlékeny kerámia

A Japán Nemzeti Anyagtudományi Intézetben (Tsukuba) kifejlesztett új kerámia 1650 °C-on eredeti hosszának tízszeresére nyújtható és új alakját megtartja. Az eddig ismert superképlékeny kerámiákhoz képest az új kerámia ezerszer nagyobb sebességgel alakítható törés nélkül. Így a fémeknél és a polimereknél használatos technológiákkal formázható.

A kerámiák általában fémeket, és más alkotókat: fém-oxidokat, vagy nemfémes vegyületeket, például szilícium-karbidot tartalmaznak. Többségük rideg, mint a cserépedény. A kerámiák superképlékenysége az igen finom szemcseszerkezet következménye, mivel a finom szemcsék egymáson könnyen elcsúszhatnak. Az új kerámia szemcséinek mérete: 1 µm. Am a szemcsesúszással végbemenő alakváltozás során laza kötésű atomokkal kitöltött üregek képződhetnek, melyet szemcsedurulás is kísérhet. Ez pedig repedékenyebbé teszi a kerámiát. A japán intézet kutatói szerint e nemkívánatos folyamat esélye minimális az általuk előállított cirkónium-oxidot, magnézium-aluminát spinelt és alumínium-oxidot tartalmazó keverékben – olvasható a CERN Courier 2001. novemberi számának Physicswatch rovatában.

Rovatindító

Klementis Ottó – Tóth László¹

Bevezetés

„Az idő pénz”, az „információ hatalom” szokták mondani. Napjainkban az információszerzés folyamata felgyorsult, eszközeinek lehetőségei bővültek. Ezek egyike az Internet, ahol igen sok és hasznos információra lehet szert tenni a legkülönbözőbb szakmai területeken. Egy olyan rovatot indítunk útjára, amely az anyagvizsgálat témaköréhez közvetlenül kapcsolódik, de annak egyik gyakorlati alkalmazásához: a berendezések élettartambecsléséhez kötődik. Jelen rovatban az ezzel kapcsolatos, az Interneten fellelhető információforrásokat közöljük. Folyamatosan szeretnénk bővíteni ezt a listát, ezáltal segítséget nyújtva az ipari és a kutatási munkában résztvevő oktatási és kutatási intézetek számára. A teljes lista egy, a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány által indítás alatt lévő információ-szolgáltató központ háttér tudásbázisának is része, így a folyamatosan közölt adatok gyűjteménye is megtalálható lesz az érdeklődők számára. A továbbiakban a lap minden számában folyamatosan ismertetjük a különböző csoportokba sorolható információ-szolgáltató helyeket.

A főbb csoportok közé tartozik a törésmechanikai, a károsodási, a korróziós, a szimulációs programok, a berendezések élettartam-becslési eljárásai valamint a könyveket, szoftvereket on-line módon forgalmazó www lapok gyűjteményeket. Ezekről rövid leírást, elérhetőségi adatokat és fontosabb internetcímet közlünk.

Munkatársaink az Interneten való elérhetőséget természetesen ellenőrzik a közlés előtt. Az információk elérhetőségi címei azonban állandóan változhatnak az Internet felépítéséből és alapkonceptiójából adódóan. Ezért a jövőben a már közölt címek esetleges újabb elérhetőségét az Interneten is közzé fogjuk tenni.

Amennyiben már nem elérhető valamelyik a közölt címek közül, kérjük e-mail-en (klem@alpha.bzlogi.hu) értesítse a rovat szerkesztőit, ez által is segítve a felhasználók korrekt információhoz jutási lehetőségét.

Ha Ön oly információkkal rendelkezik, amely a felsorolt kategóriákba tartozik (pl. saját könyv, folyóiratcikk, project, szoftver stb.) és az ehhez tartozó bővebb információk elérhetők az Interneten, ha erről rövid tájékoztatást ad (tartalom, elérhetőségi cím), akkor ezt folyamatosan megjelentethetjük.

Amennyiben az Ön ilyen jellegű munkáit még nem közölte az Interneten, kérjük, vegye fel a kapcsolatot a rovat szerkesztőjével és segítünk Önnek megtalálni a világhálón való közlés lehetőségeit. Amennyiben a megfelelő minőségű előkészítéssel esetleg gondolja (CD-szerkesztés és -kiadás, bemutatók, www lap szerkesztése stb.) ebben is segíthetünk. Elérhetőségünk e-mailen (klem@alpha.bzlogi.hu).

Mivel a szakmai téren megjelenő internetcímek száma egyre nő ezek közölt listája is egyre terebélyesedik. A közölhető címek listájának megjelenítése annak a függvénye, hogy a tartalma megfelelően az Anyagvizsgálók Lapja színvonalának és ezzel a nemzetközileg is elvárható szintnek. Ennek eldöntésére egy szakmai zsűri hivatott, és azok az elérhetőségi címek fognak szerepelni a listán, amelyek megfelelő szakmai tartalmat hordoznak. A szoftverek terén felelőséget nem vállalhatunk, csupán annak az információknak kivonatát ismertetjük, amit a szoftvergyártó is közöl. Ez esetleg bővíthet abban az esetben, ha a szolgáltató legalább kipróbálási verziót is rendelkezésünkre bocsát.

Az Internetfigyelő rovatunkban a következő témacsoportokat fogjuk megkülönböztetni:

– **CD vásárlás.** Ebben a csoportban a szakismereteket tartalmazó CD-k, információhordozók megtalálási és esetleg on-line vásárlási címeit közöljük.

– **Könyvek.** Ez a csoport a szakismereteket, kutatási eredményeket, folyóiratcikket tartalmazó kiadványok internetes elérhetőségi címeit tartalmazza. Ezek segítségével további információkat lehet szerezni a könyvekről és megvásárlásuk esetleg on-line lehetőségeiről.

– **Projektek.** Ide azon információk tartoznak, amelyek hazai vagy nemzetközi projektek www lapjainak elérhetőségi adatait tartalmazzák. Ezeken általában a kutatási eredményeket közlik, valamint esetenként a projektekbe is be lehet kapcsolódni. Ez által a közreműködési lehetőségekről is bővebb tájékoztatást kaphatunk. Ebben a csoportba tartoznak továbbá a doktori értekezések, szakdolgozatok valamint TDK dolgozatok és azok elérhetősége is.

– **Közlemények.** Ez a csoport az Interneten fellelhető szakmai közlemények elérési lehetőségeit tartalmazza. Nagyrészt teljes közlemények, valamint kivonatok és az ehhez tartozó elérhetőségi módok, illetve honlapcímet tartalmazza. A közlemények csoportosítva vannak tudományterületek szerint.

– **Magyarázó szótárak.** Ezek magyar és idegen nyelvű szakmai kifejezéseket magyarázó szótárak elérhetőségi címei. Rendszerint az idegen nyelvű információk jobb megértését és értelmezését szolgálják.

– **Szoftverek.** Kétféle szoftver elérhetőségéhez szükséges információk lelhetők fel ebben a csoportban. Egyrészt azok, amelyek teljes értékű ingyenes felhasználást tesznek lehetővé, másrészt azok, amelyekről csak írott információ áll rendelkezésünkre, kipróbálni nem tudjuk. Az utóbbiakat csak vásárolni lehet, de bővebb információkat a megadott címeken lehet majd elérni. Ezek megkülönböztetésére a következő két kategóriát állítjuk fel:

- Kipróbálási verzióval, vagy teljes értékű szoftverrel
- Kipróbálási lehetőségek nélkül

– **Hasznos kapcsolatok.** Ebben a kutatási helyek vagy információ-szolgáltatók címeinek internetes elérési lehetőségeit adjuk meg rövid bemutatással. Megjegyezzük, hogy a kutatóhelyek profiljai állandóan változhatnak, és a közölt profil az Interneten közöltnak megfelelő.

Az előbbieken vázolt koncepció gyakorlati alkalmazására álljon itt egy olyan „ízelítő”, amelyet a lap következő számaiban folyamatosan egészítünk ki.

CD vásárlás

Gyártási folyamatok gyűjteménye (Manufacturing Processes Collection on CD ROM) Itt öt könyv tartalma található, amely magába foglalja a porkohászati, alakítási, öntési, forgácsolási, valamint egyes vizsgálati eljárások leírásait. A rendszer egy vagy több felhasználói változatban szerezhető be. Főként gyártmánytervezők, gyártástervezők és minőségbiztosítási szakemberek számára ajánlják. További információk kérhetők a honlapon megjelenített e-mail címen. A kiadványt az ASM szakemberei állították össze. <http://normas.com/ASM/pages/1938.html>

Anyagtulajdonságok gyűjteménye. (Metals Properties and Performance Collection on CD ROM) Ez a CD is az ASM kiadójától származik és négy könyv tartalmát foglalja magába. Tartalmazza a kiválasztott acélok, öntvények, javított tulajdonságú acéltövezetek, nemfémes tövezetek, speciális tulajdonságú anyagok jellemzőinek leírását, valamint korrózióval, továbbá súrlódással, kenéssel és kopással kapcsolatos információkat. A rendszer egy vagy több felhasználói változatban szerezhető be. További információk a honlapon közölt e-mail címen szerezhetők be. <http://normas.com/ASM/pages/1935.html>

Könyvek

ASM kézikönyvek gyűjteménye. Ezen a helyen több, az ASM által kiadott kézikönyvről tudunk rövid összefoglaló ismertetéseket szerezni (angol nyelvű kiadványok). A könyvekről rövid leírások vannak. A

¹ Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet, 3519 Miskolc, Lapca, Bay Zoltán tér 1.

nyomtatott formában történő beszerzés mellett CD kiadások is elérhetőek. <http://normas.com/ASM/>

Feszültségintenzitási tényezők és súlyfüggvények (Stress Intensity Factors and Weight Functions). A könyv olyan számítási összefüggések leírásait tartalmazza, amelyek a repedésszerű hibákat tartalmazó, összetett terhelésű berendezések élettartam becslésének alapadata. Többnyire kétdimenziós esetek elemzéseivel találkozhat az olvasó. A rövid leíráson kívül a tartalomjegyzéke is elérhető a következő címen: <http://www.witpress.com/s27.html>

Repedéscsúcs környezetében található feszültségmezők (Crack Tip Stress Fields) Ez a könyv a SEM (Society for Experimental Mechanics) kiadójától származik. A könyv hivatkozási publikációk gyűjteménye. A közölt publikációk három fő csoportba lettek sorolva. Ezek az analitikus, a numerikus valamint a kísérleti fejezetek. A kiadványok 1956–1983 közötti évekből származnak, és a modern törésmechanikai számítások alapjait képezik. A honlapon elérhető a teljes tartalomjegyzék, ahol fel vannak sorolva a kiadványok címei és a szerzők. A honlap interaktív keresési lehetőséget biztosító hivatkozást is tartalmaz az IN CITE kiadvány adatbázishoz,

<http://www.spie.org/web/abstracts/oeppress/MS138.html>

Peremelem módszer a törésmechanikában. (Advances in Boundary Element Methods in Fracture Mechanics) Ez a könyv az utóbbi években egyre gyakrabban használt peremelem módszer törésmechanikai (lineárisan rugalmas esetben) alkalmazási lehetőségeit írja le. A könyvben ismertetik a módszer alkalmazási lehetőségeit és példákat, illetve a fejlesztési lehetőségekről is kaphatunk képet. A részletes tartalomjegyzék elérhető. <http://www.cmp.co.uk/a13cont.html>

Repedésvizsgálat szilárd testekben (Analysis of Crack in Solids). A könyv repedésmodellezési módszereket ír le rugalmas és nem-

rugalmas anyagokra egyaránt. Két és három dimenziós modellek leírását tartalmazza. A könyvet diákok, kutatók és mérnökök számára ajánlják. A részletes tartalomjegyzék elérhető a honlapon.

<http://www.cmp.co.uk/a28a.html>

Károsodás és törésmechanika (Damage and Fracture Mechanics VI). Ez egy törésmechanikai konferencia előadásait tartalmazó kiadvány (Sixth International Conference on Computer Aided Assessment and Control – Damage and Fracture Mechanics 2000). A kiadvány tartalomjegyzéke elérhető a megadott honlapon.

<http://www.cmp.co.uk/d300.html>

Kezdeti fáradásos repedés növekedése hegesztett kötésekben (Early Fatigue Crack Growth at Welds) című könyv bemutatja azon módszereket, amelyekkel a hegesztett kötésekben létrejövő rideg repedés terjedését lehet előre jelezni. A könyv három különböző elektromágneses roncsolásmentes repedésvizsgálati módszert mutat be. A könyv gyakorlati útmutató mérnököknek és kutatóknak egyaránt. A kiadvány tartalomjegyzéke elérhető a megadott honlapon.

<http://www.cmp.co.uk/e1.html>

Szoftver, kipróbálási verzió nélkül

Feszültségintenzitási tényezők adatbázisa. (Database of Stress Intensity Factors). A törésmechanikában használt K tényezők gyűjteményét tartalmazza, amelyek – mint közismert – az élettartambecslések, a méretezések és ellenőrzések egyik fontos számítási alapadata. A szoftver információkat szolgáltat a számítások menetéről, az összefüggések hivatkozási helyéről és lehetőséget ad konkrét számítások elvégzéséhez is. Tájékoztató jelleggel a szoftver megtekinthető a Bay Zoltán Intézetben. <http://www.witpress.com/d3.html>

MÉRFÖLDKÖVEK

Gegus Ernő professzor 80 éves

A spektrokémia kiváló hazai művelőinek egyike: dr. Gegus Ernő a közelmúltban töltötte be nyolcvanadik életévét. (Budapesti született, 1921. december 24-én.) Vegyészmérnöki oklevelét a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezte 1944-ben, majd az egyetem Elektrokémiai Tanszékén tanársegédként kezdte meg munkáját.

Rövid katonai szolgálata után szovjet fogságba, majd munkatáborba vitték, ahonnan sok viszontagsággal és betegséggel terhelt évek után csak 1950 utolsó napjaiban érkezett haza.

A Műegyetem Általános Kémiai Tanszékén az MTA kutatócsoportjában 1951-ben kezdhetett újra kutatómunkáját. Lelkes, fáradhatatlan munkával, a hozzáférhető eszközökkel szerelt fel és indított el – a háború alatt kifosztott tanszéken – egy akkor minden tekintetben korszerű atomemissziós spektrográfias laboratóriumot a kutatás és az oktatás számára.

Tudományos munkásságának – melyet mintegy 200 tudományos közlemény (lapunkban is publikált), könyv és számos egyetemi jegyzet fémlevez – jelentősebb eredményei a következők.

A Műegyetemen töltött évei alatt (1951–58) úttörő jelentőségű munkát végzett a hidridképzésen alapuló mintabeviteli eljárás terén, továbbfejlesztette az oldatos mintabevitel porlasztó rendszerét. Ez a mennyiségi elemzés szempontjából jelentős lépés volt, mert megnövelte a módszer megbízhatóságát.

A Vasipari Kutató Intézetben 1959. és 1974. között a szinképelemző laboratóriumot vezette. Részt vett az intézetben folyó vas- és acéletalok készítésének kidolgozásában. Munkájáért Kiváló feltaláló érem elismerésben részesült. Elsősorban a szilárdpróbás (roncsolásmentes)

elemzési eljárásokat fejlesztette. Kimagasló eredményeket ért el a lézermikroszinképelemzés terén. A módszert az etalonok homogenitásának vizsgálatánál is hasznosította. Eredményeire nemzetközileg is felfigyeltek.

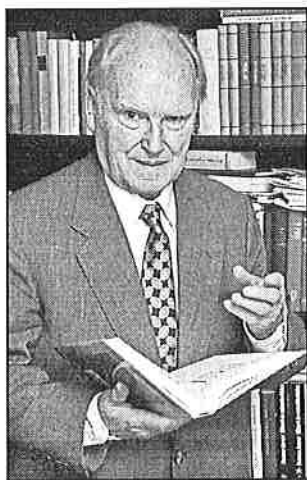
Munkásságát 1974-től nyugdíjba vonulásáig (1986) a veszprémi Vegyipari Egyetem Analitikai Kémiai Tanszékén folytatta. Inczedy János professzor vezetése mellett az aquincumi orgona alkatrészeinek archeometriai vizsgálatához az alakfelismerő módszereket használta. A British Museum Metallurgy in Numismatics című könyvében a lézeres mikroszinképelemzésről írt egy fejezetet. Mint meghívott előadó Budapesten, Londonban, New York-ban tartott előadást nemzetközi régészeti konferenciákon.

Munkásságnak hazai és külföldi hatása egyaránt jelentős. A Török Tibor és Mika József szerzőtársaival megírt Emission Spectrochemical Analysis című könyvét az MTA nivódíjjal tüntette ki. Kiváló (német, francia, orosz, angol) nyelvtudásával jelentős részt vállalt a hazai szakkiadvány-kiadás munkájában.

Sokoldalú és eredményes munkát végzett – az igaztalan meghurcolás, raboskodás ellenére –, melyhez, a nehéz hónapokban is, biztos támaszra talált szerető feleségében és szép családjában. Három gyermekük és nyolc unokájuk van (három itthon és öt Erdélyben).

Nyelcvanadik születésnapja alkalmából – olvasóink nevében is – sok szeretettel köszöntjük: Isten éltesse Gegus Ernőt! Kívánjuk, hogy jó egészséggel és sok örömben legyen része, és a maga választotta feladatait is sikerrel oldja meg!

Pólos László



Terplán Zénó 1921-2002

A búcsúzás mindig nehéz. Mégis, búcsúznunk kell, a szeretve tisztelt Terplán Zénótól is. Az aranyokleveles gépészmérnök, professzor emeritus, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, a Magyar Mérnökakadémia tagja, Miskolc díszpolgára, a Miskolci Egyetem, az Otto von Guericke Technische Universität és a Montanuniversität Leoben tiszteletbeli doktora, a Miskolci Egyetem egyik alapítója, a Gépészmérnöki Kar volt dékánja, a Gépelemek Tanszék alapítója és mintegy 40 évig vezetője, az Akadémiai Díj, a Pattantyús-A. Géza-díj és a Széchenyi-díj kitüntetettje, a Miskolci Akadémiai Bizottság, a Gépipari Tudományos Egyesület és az International Federation for the Theory of Machines and Mechanism Magyar Nemzeti Bizottsága volt elnöke, a Verein Deutscher Ingenieure külső tagja, az MTA Gépszerkezettani Bizottsága és Tudomány- és Technikatörténeti Komplex Bizottsága tagja életének 81. évében elhunyt.

A felsorolásban nagyon sok olyan cím, pozíció nem szerepel, amelyet Terplán Zénó akadémikus betöltött. A búcsúzás pillanata, a visszaemlékezés sohasem lehet részleteiben is átgondolt pillanata az embernek. Ilyenkor mindig különböző életképek, események villannak be agyunkba. Gondolom, ezzel így van mindenki, aki példaképet, professzort, egy hozzá közel álló embert veszített el. Így vagyok ezzel én is, hisz alig több mint fél éve ülhettünk nagyon sokan együtt a Miskolci Akadémiai Bizottság székházában, amikor átéléssel képet kaphattunk egy hosszú és igen tartalmas, eredményekben is gazdag közösségi és boldog családi életéről. Talán számomra ezen kerek évforduló még mélyebb nyomokat hagyott, mint általában a Terplán akadémikust, a Zénó Bácsit körülvevő kollégákban. Ez nyilvánvalóan következik abból, hogy a kerek születésnapot megelőző mintegy egy évben intenzívebben együtt dolgozhattam az *Íjban – Éretten – Öregben* címmel az életéről a jubileumra megjelent könyvön, amelyben stílszerűen 80 kérdésre adott 80 válaszával még inkább részese lehettem életének, annak nagyon sok mozzanatában. A nekrológ írását e tény is nagyban nehezíti, hisz számos olyan apró élmény fűződik hozzá, amely számomra sokat jelent, de amely a tisztelt olvasó számára természetesen nem ugyanolyan jelentőséggel bír. Éppen ezért e méltatásban szeretnék két olyan motívumot kiragadni, amely bízva-bízával kötődik mindazokhoz, akik őt a katedrálról, a közéletből ismerték.

Ha a katedrálról van szó, akkor búcsúznom kell a professzortól, attól az embertől, akinek több mint tízezer hallgatója volt, aki több mint tízezer fiatal életét formálta,

akiknek, bízva állíthatom, példaképe volt. A gépészmérnökök korszaklái nőttek föl előadását hallgatva és rajzait „szent áhítattal” nézve, általuk megismételhetetlenül követve. Űlték a gépelemek, a géprajz, az általános géptan, a vízerőgépek stb. óráin. Számunkra ő volt a PROFESSZOR, akitől nem csupán szakmát, de emberséget is tanultunk. Olyan emberséget, amelyet egy egész társadalomnak követni kellene. Mindegy volt: óra, vizsga, avagy szünet, Terplán professzor úr fehér köpenyében mindig szívesen társalgott, és ez által finoman nevelt mindnyájunkat, akik közelébe kerülhettek, és életének, ha csak néhány perc is, de valamilyen formában részesei lehettek. Maga volt a precizitás, nem csupán a nagy professzorokra jellemző oktatásban, hanem mindennapi életében is. Ezen jellemvonása is talán olyan örökség lehet, amely megszívelendő mindazoknak, akik katedrán vannak, akiknek a felelőssége elvitathatatlan a jövő generációjának formálásában. A halandó ember számára szinte megfelfejthetetlen precizitása életvitelében, annak nagyon sok mozzanatában tetten érhető. Bizton tudom, hogy nem csupán én lehettem az, akinél gyöngybetűvel írott levelei a féltett kincsek közé tartoznak. Ugyanez igaz a sokak által rejtett titkokat tartalmazónak vélt naplósorozatra, annak egyes részére is. Pedig e sorozat néhány részéről már az említett könyvből is képet kaphattunk.

Számomra igen megtisztelő volt az, hogy az 1981. szeptember 28–30. között Aggteleken megindított és azóta ismétlődő Törésmechanikai Szeminárium mindegyikén hallhattuk szavait, és részesei lehettünk az erről készített feljegyzéseinek. Munkabírás és precizitás jellemezte részvételét a szakmai és a társadalmi közéletben is. Ezt a vele együttműködők közvetlenül tapasztalhatták. E tulajdonságok, valamint az állandó megoldáskeresés tette őt azzá, akivé végül is lett, vezetővé, a különböző folyóiratok, társadalmi, tudományos és oktatási szervezetek elnökévé, tiszteletbeli elnökévé, mindenütt, ahol munkájának gyümölcsét élvezhettük. Ezen képességei, adottságai tették őt méltóvá arra, hogy élete hosszabb-rövidebb periódusait az őt befogadó és később az ő általa vezetett közösség számos elismerésben részesítette, kezdve a Pattantyús-A. Géza-díjtól (1958) a különböző egyetemek díszdoktori címein át a nyolcvanadik születésnapjára kapott elismerésekig. Nehéz kiemelni bármit is, ezt mégis megteszem, teszem ezt azért, mert példaértékű lehet az, amit egy olyan olvasztótégelyért tett, mint a régió, és mint Miskolc városa. Ennek eredményeit ismerte el Borsod-Abaúj-Zemplén megye Közgyűlése 1992. október 20-án a Pro Comitatu díjjal és aranygyűrűvel, illetve 1995. május 11-én Miskolc Város Közgyűlése a Miskolc Megyei Jogú Város Díszpolgára címmel és aranygyűrűvel. Gyermekekorának Győrhez való kötődése sem szakadt meg hosszú élete folyamán, amelyet a város 1996. szeptember 29-én a Győr Város Jubileumi Érme címmel honorált.

Egy gazdag és valóban sikeres, de küzdelmes – tehát emberi – élet szakadt meg 2001. január 16-án. Mély nyomot hagyott biztosan mindazokban, akik ennek az életnek néha csupán pillanatnyi, illetve rövidebb-hosszabb ideig, valamilyen formában részesei lehettek. Búcsúzik Tőled, Terplán Akadémikus Úr, a szakma, az általad nevelt diákság, kollégáid, a közélet és követőid a különböző posztokon, és búcsúzom Tőled, Zénó Bácsi a magam, családom nevében is. Tudom, hogy az emlékek lassan szűkülnek fogak – hisz ez a lét, az élet természetes rendje – de bizton hiszem, hogy a legszűkebb környezetben, Családodban, Feleségedben és Fiadban az együtt töltött idő minden egyes pillanata köbe vésve marad meg. „Zwei Augen hat die Seel: eine schauet in die Zeit, Das andere richtet sich hin in die Ewigkeit.” („A léleknek két szeme van: az egyikkel az időbe néz; a másikkal az Örökkévalóság felé fordul.”) Ezt tetted most Te is.

Tóth László



Új, érvényes nemzeti szabványok

A Magyar Szabványügyi Testület által, a Szabványügyi Közlöny 2001/12.- 2002/2. számaiban közzétett és szakterületünket érintő érvényes szabványok a következők:

17 Metrológia és mérés technika

- MSZ ISO 7205:2002; Zárt radioaktív sugárforrással működő mérőműszerek. Telepített készülékek.

19 Vizsgálatok

- MSZ ISO 3999:2002; A gamma-radiográfia felvételt készítő eszközei. Műszaki előírások.

25 Gyártástechnika

- MSZ EN 12814-4 és -8:2001; Hőre lágyuló műanyag félkész termékek hegesztett kötéseinek vizsgálata.
4. rész: Szétszakítási vizsgálat. 8. rész: Követelmények.

55 Termékcsoomagolás és -elosztás

- Csomagolás. Hőre lágyuló műanyag fóliából készült zsákok. Továbbszakadási szilárdság a hajtási éleken.

77 Kohászat

- MSZ EN 10002-1:2001; Fémek. Szakítóvizsgálat.
1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten.
- MSZ ENV 14029:2001; Ólom és ólomötvözetek. Vegyelemzés atomabszorpciós lángspektrometriával (FAAS) vagy mágnesesen csatolt plazmaemissziós spektrometriával (ICP-ES), az ólommatrix elkülönítése után.
- MSZ EN ISO 9556:2001; Vas és acél. Az össze karbon tartalom meghatározása. Infravörös abszorpciós módszer indukciós kemencében való elégetés után.

81 Üveg- és kerámiaipar

- MSZ EN 623-3:2001; Nagy teljesítményű műszaki kerámia. Monolit kerámia. Általános és szerkezeti tulajdonságok. 3. rész: Szemcseméret és méretelosztás meghatározása (lineáris metszetek módszerével jellemezve).

87 Festék- és színezékipar

- MSZ EN ISO 6270-1:2001; Festékek és lakkok. Nedvességgel szembeni ellenálló képesség meghatározása. 1. rész: Folyamatos kondenzáció.
- MSZ EN ISO 7253:2001; Festékek és lakkok. A semleges sóspemettel (párával) szembeni ellenálló képesség meghatározása.
- MSZ EN ISO 11507:2001; Festékek és lakkok. A bevonatok kitétele mesterséges időjárásnak. Kitétel fluoreszcens UV-nek és víznek.

Új ISO-szabványok, amelyek 2001. május 15-e és november 12-e között jelentek meg. (Az ISO Bulletin 2001. évi számai alapján készül tájékoztató címfordítások.)

- ISO 844:2001; Kemény műanyag habok. Az összenyomási tulajdonságok meghatározása.
- ISO 1628-3:200; Műanyagok. Polimerek viszkozitásának meghatározása híg oldatban kapilláris viszkoziméterrel. 3. rész: Polietilén és polipropilén.
- ISO 6721-1:2001; Műanyagok. A dinamikus mechanikai tulajdonságok meghatározása. 1. rész: Általános alapelvek.
- ISO 12716:2001; Roncsolásmentes vizsgálat. Akusztikus emissziós vizsgálat. Szótár.
- ISO 3059:2001; Roncsolásmentes vizsgálat. Penetrációs és mágneszhető poros vizsgálat. A szemrevételezés feltételei.
- ISO 14125:1998/Cor 1:2001; Szálerősítésű műanyagok összetevői. A hajlító tulajdonságok meghatározása.
- ISO 14126:199/Cor1:2001; Szálerősítésű műanyagok összetevői. A nyomási tulajdonságok meghatározása síkírányban
- ISO 15509:2001; Ragasztóanyagok. Az ipari műanyag illesztések tapadászilárdságának meghatározása.

- ISO 14993:2001; Fémek és ötvözetek korróziója. Gyorsított vizsgálat, beleértve a ciklikus sókód hatását és a száraz és nedves feltételeket.

Nemzeti szabványok visszavonása

- MSZ-05-83.8024:1981; Laboratóriumi spektrofotométerek. Követelmények.
- MSZ ISO 4546:1994; Fémek. Keménységvizsgálat. A Knoop-féle keménységvizsgáló gépek ellenőrzése.
- MSZ ISO 4547:1994; Fémek. Keménységvizsgálat. A Knoop-féle keménységvizsgáló gépekhez alkalmazható összehasonlító lapok kalibrálása.
- MSZ 104-1 és -3-6:1976-88; Anyagvizsgáló gépek ellenőrzése. Általános előírások és Brinell-, Vickers-, Rockwell-keménységmérő gépek.
- MSZ EN 10002-2:1994; Fémek. Szakítóvizsgálat. 2. rész: A szakító-gép erőmérő rendszerének hitelesítése.
- MSZ ISO 4545:1994; Fémek. Keménységvizsgálat. Knoop-féle keménységvizsgáló.
- MSZ 105-26:1982; Fémek mechanikai vizsgálata. Szakítóvizsgálat hűtött állapotban.
- MSZ 105-30:1972; Fémek mechanikai vizsgálata. Szakítógépek K értékének meghatározása a folyáshatár méréshez.
- MSZ 4929:1976; Fémek fajlagos törésmunkájának meghatározása.
- MSZ 15116-1 és -2:1986; Sík felületeken mért Vickers-keménységek táblázata. Terhelés HV 0,2-től HV 100-ig.

A szabványok visszavonása miatt a felhasználói érdekek nem csorbulnak – tartalmazza a Szabványügyi Tanács MSZT/3.T/2001. számú állásfoglalása. A nemzeti szabványok alkalmazás ugyanis önkéntes, ezért a tartalmilag megfelelőnek ítélt, visszavont szabványokat az egyes szervezetek szükségleteik szerint – részben vagy egészben – idézhetik szerződéseikben. Ennek elősegítése érdekében az MSZT a visszavont szabványokhoz a hozzáférhetőséget biztosítja, ezek a Szabványboltban is igényelhetők.

Megszűnik a nemzeti szabványok kötelező alkalmazása. Az európai harmonizáció követelményeivel összhangban módosítják a szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvényt, mivel az sérti a nemzeti szabványok önkéntes alkalmazásának elvét. A jövőben, várhatóan már ez évben, jogszabály sem teheti kötelezővé a szabványok alkalmazását. Megnő tehát a tervezők, a minőségért, a műszaki biztonságért felelős szakemberek és az anyagvizsgálók felelőssége! Megnő a tervezési, a gyártási, az ellenőrzési és a vizsgálati szerződések jelentősége!

ESEMÉNYNAPTÁR

Haza rendezvények 2002-ben

Korrózióvédelem és anyagvizsgálat - XII. Roncsolásmentes szeminárium és kiállítás, május 7-8. Budapest, MTESZ Budai Technika Háza (II. Fő u. 68. 7. em.) a korróziós káresetek és a korrózióvédő fémek és nemfémek bevonatok korszerű roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatáról és ellenőrzéséről. Előadók jelentkezési határideje az előadásvázlalt egyidejű megküldésével 2002. január 15. A szeminárium CD-kiadványa az előadások teljes szövegét tartalmazza. Részvételi díj: 25 000,- Ft +áfa. Előadók, kiállítók és résztvevők jelentkezését várják a szeminárium szervezői: a GTE Korróziós és Anyagvizsgáló Szakosztályai. Felvilágosítást ad a GTE Rendezvény Irodán Berzy Judith, tel.: 457-0728, 214-6041, fax: 457-0727; Internet: <http://www.gte.mtesz.hu>, e-mail: berzy.gte@mtesz.hu

Törésmechanikai szeminárium, október 2-5., Miskolc. Tájékoztatót ad: dr. Tóth László, 3519 Miskolctapolca, Iglói u. 2. tel.: 46-560-110; fax: 46-369-438, e-mail: tlaszlo@alpha.bzlogi.hu.



AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.
Oktatásszervezési Osztály
1211 Budapest, Gyepsor u. 1. Tel./Fax: 278-0756

Tanfolyam típusa	Tervezett kezdés		
ANYAGVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTŐ, MINŐSÍTŐ TANFOLYAMOK 2002-ben			
	1. szint	2. szint	3. szint
Ultrahangos anyagvizsgáló (UT)	09. 02.	11. 04.	2002. 09. hó
Orvénnyáramos anyagvizsgáló (ET)	09. 16.	03. 25. és 11. 11.	2002. 09. hó
Radiográfiai anyagvizsgáló (RT)	09. 30.	11. 18.	2002. 09. hó
Mágneseshelios poros anyagvizsgáló (MT)	10. 07.	04. 08. és 11. 25.	2002. 09. hó
Folyadékbehatolásos anyagvizsgáló (PT)	10. 14.	04. 17. és 12. 04.	2002. 09. hó
Vizuális anyagvizsgáló (VT)	10. 17.	04. 22. és 12. 09.	2002. 09. hó
Törmségi anyagvizsgáló (LT)	03. 18. és 10. 21.	04. 22. és 12. 02.	2002. 09. hó
Rezgéselemző (VAT)	10. 14.	03. 18. és 11. 25.	2002. 09. hó
Mechanikai anyagvizsgáló	04. 08. és 10. 28.	05. 06. és 12. 02.	
Metallográfiai anyagvizsgáló	04. 22. és 09. 23.	05. 21. és 11. 04.	
Színképelemző (SPT)	Létszámlúgó	Létszámlúgó	
EUROPÁI HEGESZTÉS FELÜGYELŐ (EWI)			
Europai hegesztés felügyelő mérnök	2002. I. félév		
Europai hegesztés felügyelő technológus	2002. I. félév		
Europai hegesztés felügyelő specialista	2002. I. félév		
Europai kiemelt hegesztő felügyelő	2002. I. félév		
BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉPZÉSEK			
Alapfokú sugárvédelmi	2002. 05. 08., 09. 10. és 12. 10.		
Bővített fokozatú sugárvédelmi	2002. 05. 08., 09. 10. és 12. 10.		
Sugárvédelmi továbbképző	2002. 05. 08., 09. 10. és 12. 10.		
Bővített fokozatú sugárvédelmi továbbképző (radiográfiai anyagvizsgálók részére)	2002. 11. 18.		
ADR	Folyamatosan		
Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló	2002. I. félév		
Tűzvédelmi tanfolyamok	Folyamatosan		
NYOMÁSTARTÓ- ÉS TARTÁLYTECHNIKAI TANFOLYAMOK			
Tartályvizsgáló	2002. 05. 06. és 09. 30.		
Tartályvizsgáló szakképesítést kiegészítő ("C" modul)	2002. 05. 13. és 10. 07.		
Tartályvizsgáló újraminősítő	2002. 05. 21. és 10. 14.		
Tartálytisztító	2002. II. félév		
Tartályjavító és -karbantartó	2002. II. félév		
Nyomástartóberendezésgépész	Létszámlúgó		
Nyomástartóberendezéskeszelő	Létszámlúgó		
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI KÉPZÉSEK			
Minőségellenőrző	2002. 11. 11.		
Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító (Auditor)	2002. I. félév		
A minőségszabályozás statisztikai és egyéb eszközei	Létszámlúgó		
TQM alapjai	2002. I. félév		
TQM a vezetők részére	2002. II. félév		
QS 9000	Létszámlúgó		
ISO 9001:2000	2002. 01. 07.		
KÖRNYEZETVÉDELMI TANFOLYAMOK			
Környezetvédelmi laboráns	Létszámlúgó		
Környezetvédelmi szakelőadó	Létszámlúgó		
Települési hulladékgyűjtő és szállító	Létszámlúgó		
EGYÉB TANFOLYAMOK			
A metrológia alapjai	2002. 04. 08. és 09. 17.		
Metrológia	2002. 04. 16. és 09. 24.		
Gazdasági informatikus I. (elsőfokú)	2002. 09. 10.		
Számítástechnikai szoftverüzemeltető	2002. 09. 10.		
Számítástechnikai tanfolyamok (Internet, 3D-s modellezés, Adobe photoshop, Coreldraw, Web-lap készítés, AutoCad (kezdő és haladó)) folyamatosan kezdődnek.			
Képzéseinket megfelelő létszám esetén indítjuk.			
A tanfolyamok helye: AGMI Rt. Anyagvizsgáló Épülete (1211 Budapest, Gyepsor u. 1.)			
- Szállást és étkeztetést igény szerint biztosítunk. Tanfolyamot kihelyezett formában is vállalunk.			
Érdeklődni lehet: AGMI Rt. Oktatásszervezési Osztály, 1751 Budapest, Pf. 114.			
Tel: 425-0761, 278-0755, E-mail: agmivig@matavnet.hu			
SZERETTEL VÁRJUK TANFOLYAMAINKON!			
Mikis Erzsébet, osztályvezető			

Nemzetközi rendezvények 2002-ben

Zerstörungsfreier Prüfungen an Laufwerk und Schiene. 2. Fachtagung ZfP in Eisenbahnwesen, Wittenberge, Németország, 2002. március 19–21.
Részletek a DGZfP www.dgzf.de honlapján.

New Trends in Fatigue and Fracture, Metz, Franciaország, április 8–9. Cím: Prof. Guy Pluvina, Laboratoire de Fiabilité Mécanique University of Metz, Ile du Saucy F-57045 Metz Cedex 01, tel: +33-387-31-52-77, fax: +33-387-31-53-03, e-mail: pluvina@lrm.sciences.univ-metz.fr.

VI. Int. Conf. and Exhibition on Problems of Corrosion and Protection of Structural Materials – CORROSION-2002, Lviv, Ukrajna, június 4–6. Cím: "Corrosion-2002" Organising Committee, 5 Naukova St. 79601 Lviv, Ukraine

8. ECNDT – európai roncsolásmentes anyagvizsgáló konferencia, Barcelona, Spanyolország, 2002. június 17–21. Részletek az EFNDT/AENDT rendező szervezetek honlapján: www.efndt.org vagy a spanyol AENDT szervezetnél tel: +34 913 612 585; fax: +34 913 614 761; e-mail: informacion@aend.org; website: www.aend.org

11th Int. Symp. on Nondestructive Characterisation of Materials, Berlin, június 24–28. Tájékoztató: www.dgzf.de

14th European Conference on Fracture, Krakko, Lengyelország, szeptember 8–13. Cím: Prof. Krzysztof Golos, Warsaw University of Technology, Institute of Machine Design Fundamentals, 84 Narbutta Str. 02-524 Warsaw, Poland,



ORSZAK BT.

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

Az ORSZAK BT. 2002 tavaszán roncsolásmentes anyagvizsgáló (RmAv) tanfolyamokat szervez az eljárások széles skáláján mind az OKJ, mind az MSZ EN 473 szabvány követelményeit kielégítő tematikákkal.

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

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

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

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMAINK PROGRAMJA:

Rezgéselemző VAT-2, az SKF Rt-vel együttműködve: 2002. 03. 18–29.

Rezgéselemző VAT-1, az SKF Rt-vel együttműködve: 2002. 05. 6–17

Folyadékbehatolásos PT-2: 2002. 03. 4–6., vizsga: 03. 12–13.

Vizuális VT-2: 2002. 03. 7–11., vizsga: 03. 12–13.

Ultrahangos UT-2: 2002. 03. 19–27., vizsga: 03. 28–29.

Akusztikus emissziós AET-2 újraminősítő: 2002. ápr. 8–17., vizsga: ápr. 18–19.

LEGALÁBB HAT FŐ JELENTKEZÉSE ESETÉN INDULÓ TANFOLYAMOK:

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

– Hőkezelő.

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

Forduljon hozzánk bizalommal!

Szűcs Pál

Dénes Gáborné

A KE-TECH Kft. Oktatóházának 2002. évre tervezett programja

A roncsolásmentes anyagvizsgáló eljárások területén ultrahangos tanfolyamokat indítunk, melyek mind az OKJ, mind az MSZ EN 473: 2001 szabvány követelményeit kielégítik, így a sikeres vizsgát tett hallgatóink mind az OKJ szakmáitól bizonyítványt, mind a szabvány szerinti tanúsítványt megkapják.

❖ **UT-1** ultrahangos anyagvizsgáló tanfolyam: március 4-25. és szeptember 9-27.

❖ **UT-2** ultrahangos anyagvizsgáló tanfolyam: május 6-24. és november 11-29.

❖ **USM 25** készülékekezelői tanfolyam: április 8-10.

❖ **Újraminősítő**, kondicionáló tanfolyam: igény szerinti időpontban

Az oktatás sikerét szavatolják oktatóink, akik az MSZ EN 473 szabvány szerinti tanúsítással és sok éves vizsgálói gyakorlattal rendelkeznek, a szakma elismert képviselői. A tanfolyamok hatékonyságát szolgálja a legmodernebb audiovizuális eszközökkel, PC-vel és ultrahangkészülékkel felszerelt oktatólaborunk.

A hallgatók megkapják a nyomtatott jegyzetet, az érvényes szabványok listáját és az MHE tematikáit. Azon hallgató számára, aki nem tud saját ultrahangkészülékét magával hozni, cégünk a tanfolyam idejére térítésmentesen biztosít készüléket.

Az oktatóházban teljes körű szociális helyiségek állnak a hallgatók rendelkezésére, illetve a szünetekben: kávé, üdítő és aprósüteményről gondoskodunk. Ebédet (a pár 100 méterre lévő étteremben) és igény szerint szállást is biztosítunk. Az étkezés közterhének befizetését cégünk átvállalja.

Kedvező törvényes lehetőség: a munkáltatók az oktatási költségek egy részét – az egyébként adóként belizelendő – szakképzési hozzájárulás terhére finanszírozhatják (48/1999. (XII. 26.) OM rendelet).

Várjuk jelentkezésüket!

A részvétel feltételeiről, a jelentkezési feltételeiről és a tanfolyamok áairól

készítjük az részletes tájékoztatót oktatásszervezőnk: Kicking Mária.

A tanfolyamok helyszíne: KE-TECH Kft. Oktatóháza, 1183 Budapest, Napfűdő u. 13.

Tel.: (06-1) 290-0151 Fax: (06-1) 292-2159

Kérjük, tekintse meg honlapunkat! Címünk: www.ketech.hu

tel.: +048 22 660 82 86, fax: +048 22 660 86 22,

e-mail: mailto:ecf14@simr.pw.edu.pl, HomaPage: <http://ecf14.simr.pw.edu.pl>

Reliability of NDE, European-American workshop, Berlin, szeptember 11–13. Tájékoztató: www.dgzf.de

25th European Conf. on Acoustic Emission Testing, Prága, szeptember 11–13. Tájékoztató: www.cndt.cz

7th World Conf. on Neutron Radiography, Róma, szeptember 15–20. Tájékoztató: www.cost524.com/wcnr

IV International Symposium on Tribo Fatigue, Ternopil, Ukrajna, szeptember 23–27. Cím: Prof. P.V. Yasniy, Ternopil I. Pulyuy Technical University, Ruska Str. 56 Ternopil, 46001 Ukraine, Tel./Fax: +38-0352-25-36-74, e-mail: yasniy@tu.edu.ua, <http://www.tu.edu.ua/istf.htm>

Polymerwerkstoffe 2002, Int. Fachtagung, Halle, szeptember 25–27. Tájékoztató: <http://matsci.iw.uni-halle.de/p2002/>

ENC 2002 Int. Nuclear Congr. and World Exhibition, Lille, Franciaország, október 7–9. Szerzők a 400 szavas rövidkivonatokat március 15-éig küldjék el az enc2002@to.aey.ch, vagy az ENC 2002 Conf. Secretariat, Mr. Anthony Hunter, Belpstrasse 23 P.O. Box 5032 CH 3001 Berne (Switzerland) címre. Tájékoztató: www.enc2002.org

ELEKTRO-OPTIKA Kft.

2030 Érd, Kaktusz u. 22.

Telefon: 06-23-520-077, Fax : 06-23-374-965,

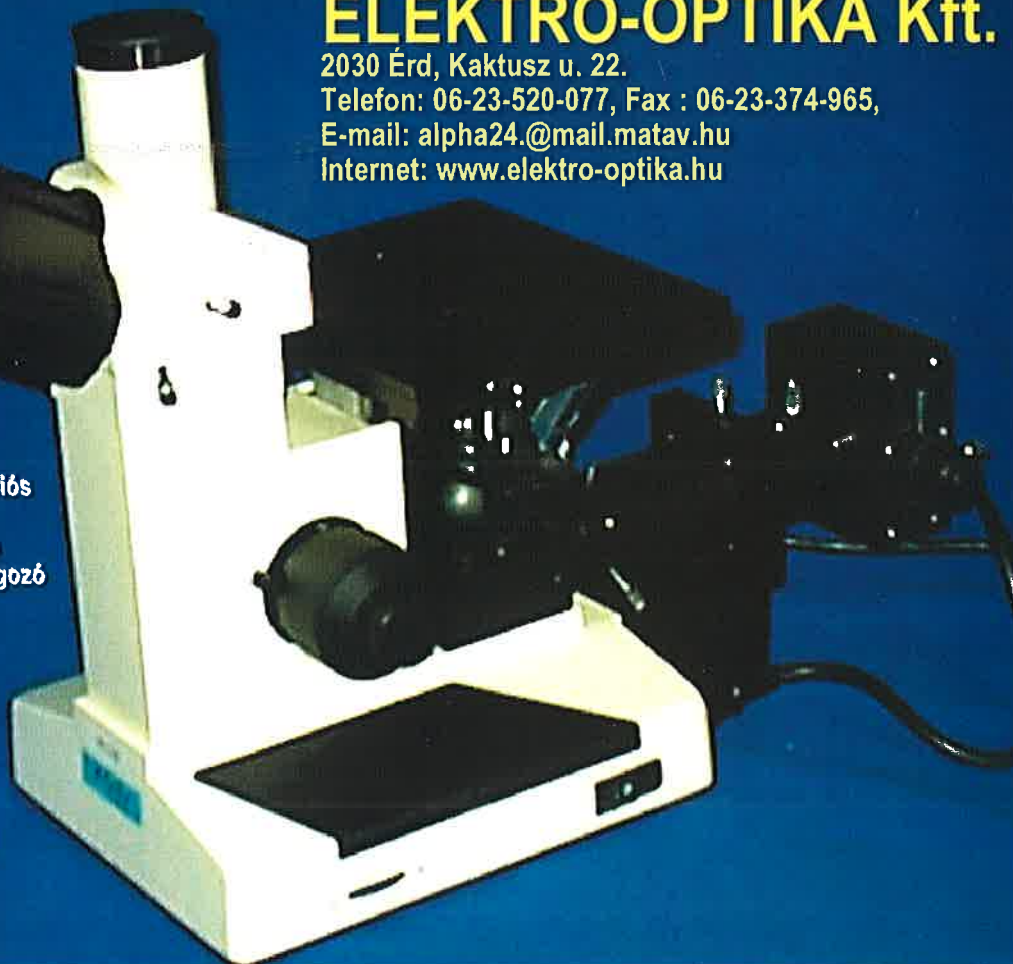
E-mail: alpha24@mail.matav.hu

Internet: www.elektro-optika.hu

Kínálatunk:

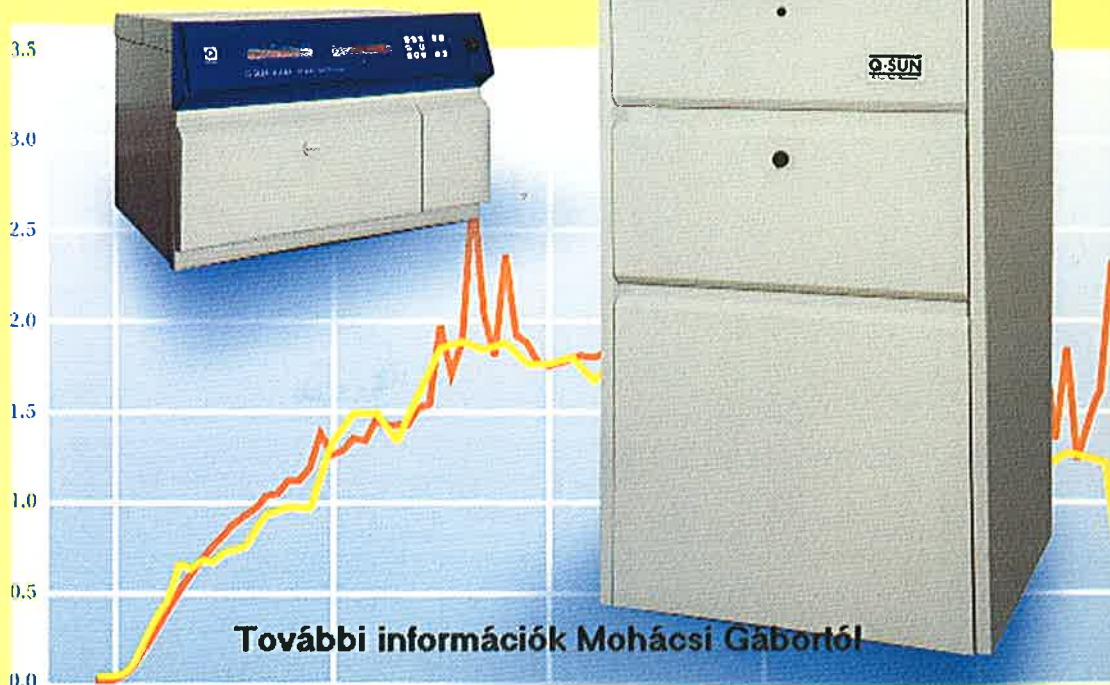
Sztereo mikroszkópok,
csiszolatvizsgáló és polarizációs
mikroszkópok, képrögzítés
számítógépben, vagy digitális
fényképezőgépben, képfeldolgozó
programok forgalmazása.
Mikroszkópok helyszíni és
szerviz javítása.
Egyedi rendszerek tervezése
és megvalósítása.

Az Elektro-Optika Kft.
szakterületén az elsők között
szerzett tevékenységéről
ISO 9002 tanúsítást.



Újdonságok a **TESTOR** kínálatából

- UV kamrák
- Xe kamrák
- Sópermet
kamrák
(Prohéziós)
- Ütésállóság
(kavics)
vizsgáló
kamrák



További információk Mohácsi Gábortól

TESTOR Kft.

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



FOLYÁSINDEX-MÉRŐ CSALÁD



A CEAST készülékek teljes választékát forgalmazza:
TESTOR Kft. Budapest XII., Meredek u. 33. • 1538 Budapest, Pf. 528
Tel.: 319-1-319 • Fax: 319-2284 • www.testor.hu • info@testor.hu