

Tiszteletpéldány

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

6. évfolyam
2. szám
1996.



 **Krautkrämer**
YOUR PARTNER FOR QUALITY

OLYMPUS

IPARI ENDOSZKÓP

- MEREV BORESCOPE
- FLEXIBILIS FIBERSCOPE
- VIDEO ENDOSCOPE
- ENDOSZKÓP KÉPANELIZÁLÓ



FORGALMAZÁS – VIZSGÁLAT – SZAKVÉLEMÉNY – TELJES KÖRŰ SZOLGÁLTATÁS

Bemutató - kiállítás

Hungexpo vásárcsarnok A csarnok
1996. június 26-28.

POWER-GEN '96

EUROPE

where the power industry connects

Az Olympus Optical Co. (Europa) GmbH. és magyarországi ipari endoszkóp vezérképviselete: az **Interelektronik** kiállít az idén Budapesten megrendezésre kerülő nemzetközi energetikai **POWER-GEN EUROPE '96** szakkiallításán, ahol az ipari endoszkópia legújabb eszköztárát fogja bemutatni.

Az exkluzív kiállításra meghívókkal korlátozott mennyiségben rendelkezünk, amelyekre az igénybejelentést az Interelektronikhoz, Homoki Lászlónak kell eljuttatni.

Magyarországi képviselet:



1043 Budapest, Munkásotthon u. 33-39.
Telefon: 169-3685, 370-0858
Fax: 160-3719

OLYMPUS
INDUSTRIAL

OLYMPUS
IPARI ENDOSZKÓP

OLYMPUS
INDUSTRIAL

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén
Budapest XII., Meredek u. 45.
1538 Budapest, Pf. 528.
Telefon: 319-4782
Telefax: 319-2284

Felelős szerkesztő:

dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:

dr. Borbás Lajos

Fücsök Ferenc

dr. Havas István

Koczor Zoltán

Ruzicska György

dr. Pólos László

dr. Tóth László

Kiadja:

TESTOR BT.

Felelős kiadó:

Szapponos György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj 1996-ra
(1-4. szám): 1.800,- Ft

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

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

Formakészítés: **PC-PRINT BT.**

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-841C

Bemutatkoztunk Európának

Nagy elismerés érte a GTE Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakosztályt a 6. ECNDT alkalmával 1994 októberében Nizzában. A *dr. Konkoly Tibor* szavazóküldöttünk vezette képviselőcsoportunk aktív munkájának elismeréseként a hazai roncsolásmentes anyagvizsgáló társadalom európai bemutatkozásra kapott lehetőséget, mégpedig az **Insight** című angol szaklap 1996. márciusi európai számában.

Az **Insight** a *British Institute of Non-Destructive Testing* havonta megjelenő, Európa egyik legjobb *szakmai lapja*. Kiváló munkájával elérte, hogy évente négy száma az European Council of NDT támogatásával jelenik meg és a lapot egész Európában terjesztik. A lap európai számainak megjelenését az *European Advisory Panel* segíti, amely bizottságban *Fücsök Ferenc* képviseli Magyarországot.

Az **Insight** 1996. márciusi száma *Euro Feature: NDT in Hungary* címmel 25 oldalt szentelt a magyar roncsolásmentes anyagvizsgáló társadalom bemutatására.

A bevezető cikk első részében a szerzők, *dr. Réti Pál*, *dr. Konkoly Tibor* és *dr. Karsai István*, áttekintést adnak a roncsolásmentes anyagvizsgálók GTE-szervezetének történetéről és munkájáról. A cikk második felében a nagyobb hazai laborok közül az AGMI Rt., az ÁEEF, a Dunai Vasmű, az Erőkar Rt. és a Paksi Atomerőmű Rt. roncsolásmentes laboratóriumai mutatkoznak be. (Ezeket lapunk olvasói a *Bemutatjuk a ... labort* rovatunkból is már megismerhették.) Ezt az átfogó tevékenység- és helyzetképet ezen laboratóriumok egy-egy speciális vizsgálattechnikai eredményeit ismertető szacikkek követik. Bemutatkozásunkat, az Euro Feature rovat hagyományainak megfelelően, rmv-személyiségek – esetünkben Farkas Béla és személyem – életútjának ismertetése egészíti ki.

A szacikkeket az egri IX. roncsolásmentes anyagvizsgáló szemináriumon választottuk ki, és kibővített formában közzétettük. Ezek többsége már megjelent az Anyagvizsgálók Lapja 1995/2-3. és 1996/1. számaiban, ezért itt csak felsoroljuk őket.

Szabó Dénes, Palásti József: A paksi reaktortartályok roncsolásmentes vizsgálata; *Bagi István, Gubicza Péter, Váradi Károly*: Turbinalapátok ultrahangos vizsgálati technológiájának kidolgozása; *Spokál István, Csepregi István, Lautner Nándor, Klausz Gábor*: Menetes furat örvényáramos vizsgálata; *Zolnay Gábor*: Nyomástartó edények akusztikus emissziós vizsgálatának eredményei. Közzétettük továbbá, *Tar József*nek a spirálcövek vizsgálatáról és *Jung József*nek a magyarországi sugárvédelemről írt cikkét, valamint *Palásti József* Farkas Bélát bemutató írását. Ezeket jelen számunkban mutatjuk be az Olvasónak, aki, biztos vagyok benne, velünk együtt örül a roncsolásmentes vizsgálók szép nemzetközi sikerének.

Fücsök Ferenc
a rasz elnöke

FELHÍVÁS

A Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete 1897. június 16-án alakult meg *Rejtő Sándor* vezetésével, aki a mai Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékét vezette, és az egyetem rektora is volt.

1997-ben, a szervezet megalakulásának centenáriuma alkalmából a Miskolci Akadémiai Bizottság és a Gépipari Tudományos Egyesület – a társegyesületek bevonásával – tudományos rendezvény keretében megemlékezést tart, áttekintve a hazai anyagvizsgálat kialakulását, megerősödését és a nemzetközi szakmai életben betöltött szerepét. A rendezvény kapcsán egy olyan színvonalas kiadvány elkészítését tervezzük, amely szakterületünk „bibliája” lehet az elkövetkező évszázadban. Ebből adódóan minden olyan ötletet, észrevételt, tanácsot, történelmi áttekintéssel foglalkozó publikációkat, dokumentumokat szívesen várunk – az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztőségének címére –, amely a méltó megemlékezést elősegíti. Van mihez méltónak lennünk, hisz a századforduló publikációit olvasván egyértelmű: hazánk szakemberei a világ élvonalába tartoztak!

Legyen az Anyagvizsgálók Lapja fóruma a centenáriumi felkészülésünknek!

A szervezőbizottság nevében:
Dr. Tóth László – Dr. Lehofer Kornél

RmV-HELYZETKÉP – NDT REWIEV – ZfP-RUNDSCHAU

Dr. Tóth László: Miért a felületi hibák vizsgálata a fontosabb? Why the testing of surface flaws is more important? Warum die Prüfung der Oberflächefehler ist wichtiger?	43
Dr. Karsai István, Dr. Ginszler János: Nagyobb szilárdságú acél – nagyobb kockázat – fokozott követelmények Higher strength steel – higher risk – greater requirements Höhere Stahlfestigkeit – höheres Risiko – erhöhte Forderungen	45
Dr. Tar József: A roncsolásmentes anyagvizsgálat és az információ-technológia hatásai a spirálcsőtermék életgörbéjére a Dunafernél The effect of NDT and information technology on the life-cycle of spiral-welded pipes at Dunaferri Die Wirkung der zerstörungsfreie Prüfungen und Informationstechnologie für die Lebensbahn der spiral-geschweißte Röhren bei Dunaferri	48
Dr. Jung József: Sugárvédelem az ipari radiográfiában Magyarországon Radiation protection in industrial radiography in Hungary Strahlenschutz im industrielle Radiographie in Ungarn	52
U. Hoppenkamps: Az ultrahangvizsgálati adatok elektronikus feldolgozása Electronic processing of the ultrasonic testing data Elektronische Ultraschall-Prüfdatenverarbeitung	54

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

Dr. Krállics György, Tatár Levente: Sima próbatest szakítóvizsgálata a módosított Gurson-féle szívós törési elmélet alapján Tensile testing of smooth test-piece on the basis of the modified Gurson's tough fracture theory Zugversuch der glatt Probestab auf den Basis der geänderte Zähbruchtheorie von Gurson	56
---	----

MŰSZERES ANALITIKA – ANALYSIS WITH INSTRUMENT – INSTRUMENTELLE ANALYSE

Kovács Lajosné, Özse József, Varjúné B. Ilona: ARC-MET 900 mobil spektrométer alkalmazása és elemzési tapasztalatok Using of the ARC-MET 900 mobile spectrometer and the analytical experience Anwendung des ARC-MET 900 mobil spektrometer und die analytische Erfahrungen	59
Dr. Lehofer Kornél, Papp Balázs, Rátai Sándorné, Szigethy Istvánné: A szén hamutartalmának meghatározása korszerű XRF-módszerrel Determination of ashes content of the coal by means of a modern XRF method Bestimmungen des Aschengehalt von Kohle mit zeitgemäß XRF-Methode	61
Dr. Gh. Vlaicu, F. Pirsan, P. Nicolae: Oldott és nem oldott Al és B optikai emissziós spektrometriás meghatározása acélokban a csúcscsúszintegrálás módszerével Determination of the dissolved and undissolved Al and B from steels by means of peak integrating optical emission spectrometrical method Bestimmungen der gelöst und ungelöst Al und B aus den Stähle mit einen optische emission spektrometrische Spitzintegrationsmethode	62

HÍREK – NEWS – NACHRICHTEN	63
---	----

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDIZATION – NORMUNG

Újjászervezik a szabványosító bizottságokat Reorganization of the standardizing committee Neuorganisierung der Standardisierungskomitees	65
Új európai megfelelőségi jel New mark of conformity to European Standards Neue Marke der Übereinstimmung für Europäischer Standards	65

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONES – MEILENSTEIN

Dr. Karsai István, Dr. Réti Pál: A magyar roncsolásmentes anyagvizsgáló szervezet rövid története The brief history of the Hungarian NDT-organization Die kurze Geschichte der ungarische ZfP-Organisation	66
Palásti József: Egy anyagvizsgáló siker-sztori A material tester's success story Erfolgsgeschichte eines Materialprüfer	69
ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER	70

TARTALOM '95 – CONTENTS '95 – INHALT '95

Miért a felületi hibák vizsgálata a fontosabb?

Dr. Tóth László*

Bevezetés

A mikroelektronika rohamos fejlődése robbanásszerű változást idézett elő a roncsolásmentes vizsgálatok reprodukálhatóságának javulásában. Különösen igaz ez az ultrahangos vizsgálatokra, ahol mind a vizsgálat paraméterei, mind pedig a regisztrált jelek digitálisan tárolhatók; ebből következően bármikor azonos feltételekkel a vizsgálatok megismételhetők, illetve újabb értelmezési módszerek megjelenésével a tárolt hibajelek információtartalma értékelhető. Hasonló fejlődés tapasztalható a radiológiai jelek digitális feldolgozásával, hisz a számítógép segítségével tárolt képek információtartalma ugrásszerűen megnőtt a hagyományos vizuális, esetleg „feketedésmérés” alapján végzett értékeléshez képest. Mindkét említett terület azonban olyan szakembereket kíván, akik járatosak egyrészt a roncsolásmentes vizsgálatok, másrészt a számítógépes technika területén.

Hazánkban a roncsolásmentes vizsgálat kialakulása és felfutása az 50-es évek második felében indult meg és a „virágkorát” a 70-es években érte el. Ekkor számos igen jól képzett szakember tevékenykedett a nagyberuházásokat megvalósító hazánk iparában. E korra alapvetően a radiológiai vizsgálatok és a manuális ultrahangvizsgálatok jellemzőek. A bevezetőben említett „digitális bázisú” roncsolásmentes vizsgálatra való áttérés napjainkban jelentős problémát jelent, hisz egyrészt egyetemenként a roncsolásmentes anyagvizsgálat oktatására a tantárgyakban igen kevés idő jut, másrészt a korábban (10–15 éve) végzett és praktizáló szakemberek számítógépes ismeretei, illetve „affinitásuk” e területhez természetes emberi adottságból adódóan jelentősen elmarad a ma végzett hallgatók mögött. Ezek a nagy számok törvényei alapján tények, amelyek figyelmen kívül hagyása csupán „strucc-politika”. Én meg vagyok győződve arról, hogy van a roncsolásmentes vizsgálatnak egy olyan területe, amely egyrészt igen-igen fontos, másrészt pedig a korábban végzett és napjainkban még praktizáló szakemberek ismeretei nagyon jól hasznosíthatók. Ez pedig a felületi vizsgálatok területe.

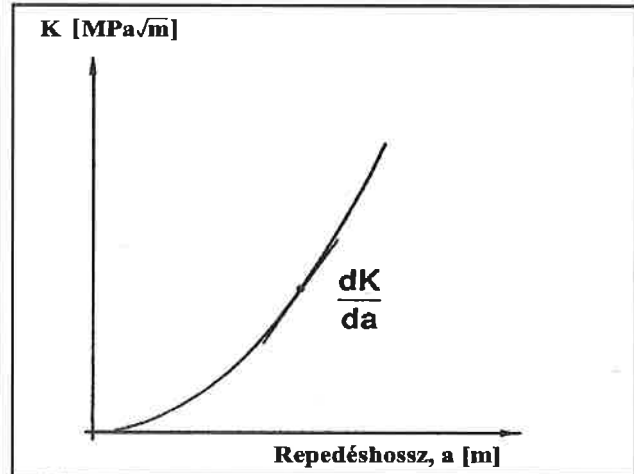
E rövid közleményben egyrészt a felületi vizsgálatok fontosságára kívánom felhívni a figyelmet a törésmechanika gyakorlati alkalmazásának szemszögéből, másrészt rá kívánok mutatni arra, hogy a világ egyik vezető intézetének, a *The Welding Institute* tanfolyamaiban milyen döntő súllyal jelentkeznek a felületi vizsgálatok.

A hibák veszélyességének megítélése

Az teljesen nyilvánvaló, hogy a folytonossági hiányok közül *legveszélyesebbek a repedésszerű hibák*. Ezek környezetében kialakuló viszonyok a törésmechanika elveinek alkalmazásával invariáns mennyiségekkel leírhatók (pl. feszültségintenzitási tényező, J-integrál, repedés kinyílás). Az anyagok repedés megindulásával szembeni ellenállása próbatesteken végzett vizsgálatokkal meghatározhatók, következésképpen a biztonsági tényező értéke számítható a repedés figyelembételeivel is, amely nem más mint az anyagjellemző (a fenti mennyiségek kritikus, a repedés megindulásához tartozó értéke) és a repedéscsúcs környezetének leírására használt mennyiség adott körülményekre vonatkozó értékének hányadosa. Amennyiben a roncsolásmentes vizsgálatnál egy, vagy több repedést, repedésszerű hibát észlelünk, természetes kérdésként jelentkezik az, hogy az mennyire veszélyes, illetve több repedés esetén melyik és hányszor veszélyesebb, milyen rangsort tudunk felállítani? Hogyan függ ez a terhelés jellegétől (statikus, avagy ismétlődő). E kérdések – mint ahogy erre korábbi közleményekben rámutattam [1-3] – a törésmechanika elveinek következetes alkalmazásával megválaszolhatók. Az elvek rövid megismétlésével szeretnék rámutatni arra, hogy a felületi hibák számottevően veszélyesebbek mint a belső hibák.

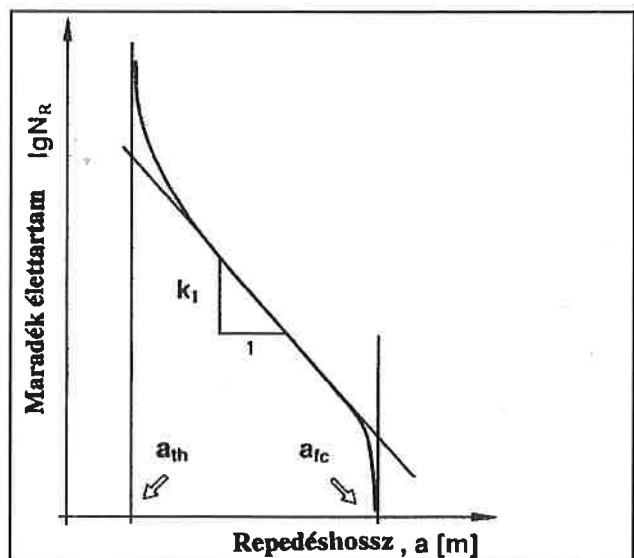
A kvázistatikus terhelésű szerkezeteknél a repedésszerű hiba környezetében kialakuló viszonyok jól jellemezhetők azon törésmechanikai mennyiségekkel, amelyek magukba foglalják a szerkezeti elem ter-

helését, geometriáját, a hibák alakját, méretét és elhelyezkedését, valamint az anyag jellemző tulajdonságait. Ilyen mennyiség pl. rideg anyag esetén a feszültségintenzitási tényező (K). A feszültségintenzitási tényező az anyagjellemzők közül csak a rugalmassági moduluszt tartalmazza, ezért a legkülönbözőbb kialakítású és terhelésű szerkezeti elemekben lévő repedések környezetében kialakuló feszültségintenzitási tényező számítható. Az 1. ábra egy adott terhelésű, adott geometriájú elemben kialakuló feszültségintenzitási tényező változásának a jellegét szemlélteti a repedés hosszának függvényében.



1. ábra A feszültségintenzitási tényező változásának a jellege a repedéshossz függvényében egy adott geometriájú és terhelésű szerkezeti elemnél.

Az 1. ábra kapcsán két megállapítást is tehetünk. Egyrészt azt, hogy minél meredekebb az adott pontban az érintő, annál nagyobb a repedéshossz egységnyi növekedésének a hatása a feszültségintenzitási tényező változására, azaz a biztonsági tényező erőteljesebben csökken. A derivált maga tehát a repedés veszélyességének – a szerkezeti elem repedésérzékenységének – jellemzésére alkalmas, mivel ez minden esetben egy konkrét számérték. A pusztá számokkal jellemzett viszonyok összehasonlítása pedig egyszerű.

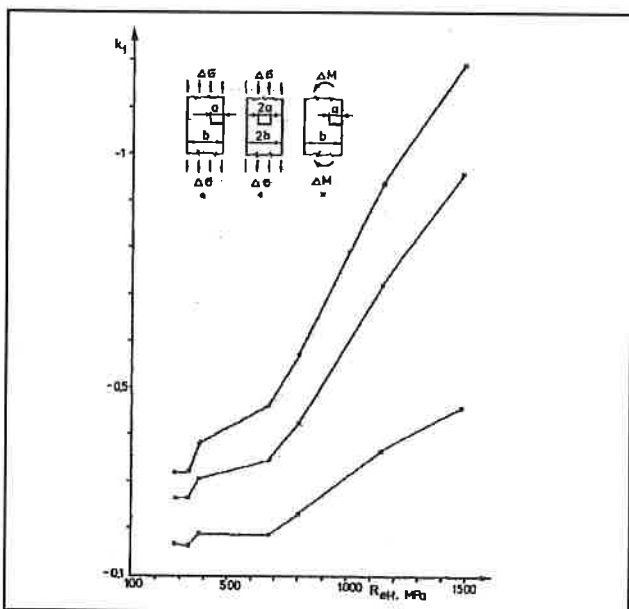


2. ábra A maradék élettartam logaritmusának a repedéshossz függvényében ismétlődő terhelésű szerkezeti elemeknél

* Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

Az 1. ábra kapcsán tehető másik megállapítás pedig az, hogy a terhelés (a feszültség) növekedésével a hibák veszélyessége fokozódik. Mivel a feszültségintenzitási tényező értéke a terheléssel (feszültséggel) egyenesen arányos, ezért a feszültség növekedésével a hiba veszélyessége is lineárisan növekszik. Részletes elemzésekkel az is kimutatható, hogy a felületi hibák a legveszélyesebbek éppen abból adódóan, hogy általában a felületi rétegben ébrednek a legnagyobb feszültségek (kivéve azokat az eseteket, amikor valamilyen módon maradó feszültségek is keletkeznek pl. hegesztés, hőkezelés, felületi képlékeny alakítás).

Az ismétlődő terhelésű szerkezeti elemek repedésérzékenysége is definiálható a repedéshossz egységnyi megváltozásával előidézett maradékélettartam-változás segítségével [1-3]. Ezt szemlélteti a 2. ábra, ahol a repedésérzékenységet a k_1 jelöli. A korábban ismertetett számszerűen kidolgozott példák közül [1-3] a 3. ábrán a különböző folyáshatárú anyagokból készült és azonos méretű felületi vagy belső repedést tartalmazó húzott illetve hajlított elemek repedésérzékenysége látható, abban az esetben, ha az ismétlődő feszültség értéke a mindenkori folyáshatár 75%-a.



3. ábra A repedés terjedési érzékenysége általánosan jellemző k_1 értékek a folyáshatár 75 %-ára ismétlődő húzásra vagy hajlításra igénybe vett, azonos méretű felületi vagy belső repedést tartalmazó, eltérő minőségű acélból készült lemezekre

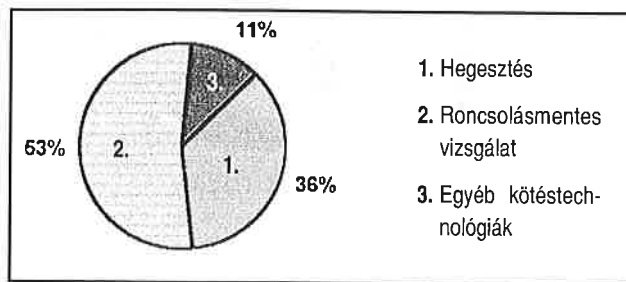
A 3. ábrát szemlélve megállapítható, hogy
 – a felületi hibák lényegesen (2–2,5)-ször veszélyesebbek, mint a belsők,
 – az anyagok szilárdságának növekedésével a szerkezeti elemek repedésérzékenysége növekszik,
 – húzott szerkezeti elemekben a felületi repedés veszélyesebb, mint a hajlítottban.

Megítélésem szerint az előzők egyértelműen bizonyítják azt, hogy a felületi hibák veszélyesebbek, mint az anyag belsejében lévők, következésképpen ezek vizsgálatára nagyobb gondot kell fordítani. Ennek nyilvánvalóan tükröződnie kell abban is, hogy a szakemberek képzése kapcsán erre nagyobb gondot fordítanak.

Az ideai TWI-tanfolyamok tematikai elemzése

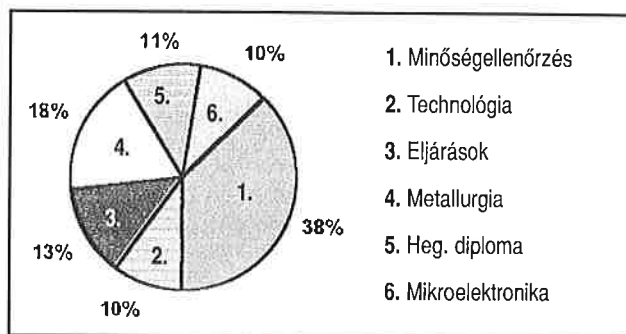
A világszerte ismert és elismert angol hegesztési intézet, The Welding Institute (TWI) 1996. évben 348 tanfolyamot hirdetett meg. Ezek tematikai megoszlását a 4. ábra szemlélteti.

Az ábra jól szemlélteti, hogy a súlypontot a roncsolásmentes vizsgálatokhoz (53%) és a hegesztéshez (36%) kapcsolódó tanfolyamok



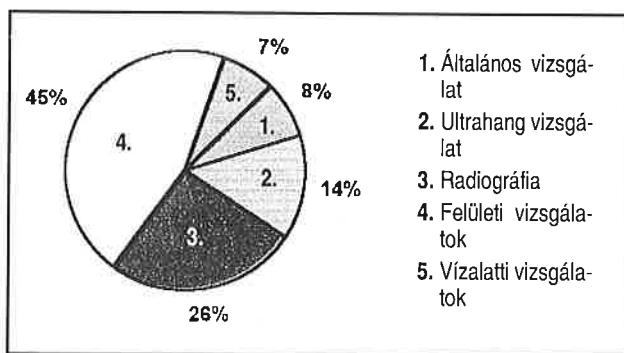
4. ábra A TWI-tanfolyamok megoszlása a tematika szerint (348 tanfolyam 1996-ban)

adják. A hegesztésen belül meghatározó a minőségellenőrzéshez és a felületelehez tartozó tanfolyamok száma (36%=48) tanfolyam. Ezt szemlélteti az 5. ábra.



5. ábra A TWI tanfolyamok megoszlása a hegesztés területén

A roncsolásmentes vizsgálatok közül a felületi vizsgálatok döntő súllyal rendelkeznek. Ezt híven tükrözi a 6. ábra. A számmértékek összevetéséből az is látható, hogy a két „hagyományos”, a radiológiai- és az ultrahangos vizsgálatokhoz kapcsolódó tanfolyamok összesen kisebb arányt képviselnek mint önmagában a felületi vizsgálatok.



6. ábra A TWI tanfolyamok megoszlása a roncsolásmentes vizsgálatok területén

E tény egyrészt alátámasztja mindazt, amit a felületi hibák veszélyességének törésmechanikai elvek felhasználásával végzett elemzése kapcsán említettünk, másrészt azt, hogy a képzésben igenis nagy szerepet kell szánni a felületi hibák feltárásához, azok értékeléséhez kapcsolódó módszerekre. A hazai képzés struktúrájában is tükröződnie kellene ennek a szemléletnek.

Összefoglalás

Az ismertetett megfontolások, a bemutatott eredmények és tapasztalatok birtokában az alábbi megállapítások tehetők:

1. A törésmechanika elvek következetes alkalmazásával lehetőség van a különböző repedészerű hibák veszélyességének számszerű jellemzésére és ezáltal azok veszélyességének egyértelmű rangsorolására.

2. A felületi hibák számottevően veszélyesebbek, mint a belső hibák.
3. A felületi vizsgálatok szerepe, az előzőkből következően, jelentős, amit a roncsolásmentes vizsgálatokhoz kapcsolódó hazai képzések szervezése, tematikáinak kidolgozása kapcsán hangsúlyosabbá kell tenni.
4. A világszerte ismert és elismert *The Welding Institute* által szervezett 1996. évi tanfolyamok tematikáiban az előzőekben tett megállapítások maradéktalanul tükröződnek.
5. A jól felkészült, hosszú ideje roncsolásmentes vizsgálatokkal foglalkozó, a számítógépes ismerteket nehezebben befogadó szakem-

berekből a felületi vizsgálatokat végzők igen nivós csoportja alakítható ki hazánkban.

Irodalomjegyzék

- [1] Tóth L.: Szerkezetek megbízhatósága. Törésmechanika-roncsolásmentes vizsgálat. Anyagvizsgálók Lapja. 1994/3. p. 67-70.
- [2] Tóth L.: Szerkezetek integritása – Roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatósága. Anyagvizsgálók Lapja. 1995/1. p.8-10.
- [3] Tóth L.: Hegesztett kötések megbízhatósága, a hibák veszélyességének megítélése. Hegesztéstechnika. 1995/4. p.3-7.

Nagyobb szilárdságú acél – nagyobb kockázat – fokozott követelmények

Dr. Karsai István – Dr. Ginzler János

Az érdeklődés és az igény a nagy szilárdságú, egyben elegendően szívós szerkezeti acélok iránt, az egyéb, pl. szálerősítéses kompozit anyagok előretörése ellenére, változatlan; egyes területeken még ma is az acél a meghatározó szerkezeti anyag.

Megújult az acélgártás, az anyagok nagy megbízhatósággal állandó minőségben állíthatók elő; ugyanakkor jelentősen megváltoztak a feldolgozó, hőkezelési technológiák is.

A téma gazdasági és műszaki szempontból egyaránt fontos, mert a nagyobb szilárdságú anyagból könnyebb önsúlyú szerkezet készíthető, miközben a kisebb falvastagság növekvő biztonságot jelent a ridegtöréssel szemben.

A szilárdság növelésére elméletileg sokféle lehetőség van. Nagyon leegyszerűsítve a kérdést, ezek négy fő csoportba sorolhatók (1. ábra). A viszonylagos egyszerűsége miatt közülük kézenfekvő az ötvözés nyújtotta lehetőségek kihasználása.



1. ábra. A szilárdságnövelés elvi lehetőségei

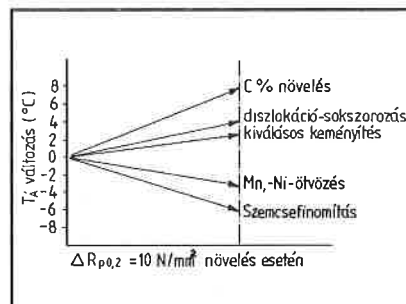
A ferrit szilárdsága jelentős mértékben növelhető a ferritben oldódó ötvözőelemekkel. A legnagyobb szilárdságnövekedést közismerten az intersticiósan oldódó karbon okozza. A széntartalom növelése azonban csak viszonylag szűk határok között lehetséges, mivel az a szívósságot csökkenti és edződési veszéllyel jár. Ugyanakkor például a szubsztitúciósan oldódó nikkal beötvoztése a szilárdságot és a szívósságot is növeli. Még kedvezőbb a szemcsefinomító hatású ötvözők használata.

A gyakorlatban igen sokféle nagy szilárdságú acélt fejlesztettek ki. A következőkben ezek közül csak a hegesztett szerkezetekben alkalmazásra kerülő növelt szilárdságú acélok kapcsolatos egyes problémákkal foglalkozunk.

Növelt szilárdság – hegesztés – törés

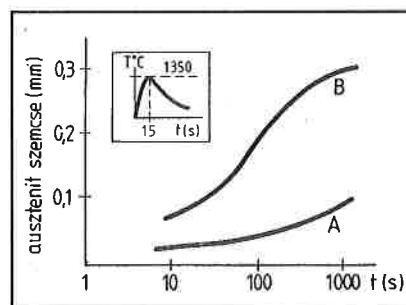
A hegesztett szerkezetekben különösen fontos követelmény, a törési veszély elkerülése érdekében, a megfelelő szívósság, vagyis hogy az acél ellenálló legyen a repedés keletkezésével, valamint a repedés terjedésével szemben is.

A 2. ábra azt mutatja be, hogy 10 N/mm² folyáshatár-növekedést eredményező különféle szilárdságnövelő technikák milyen hatással vannak a kritikus átmeneti hőmérsékletre [1]. Látható, hogy a lehetőségek közül a finom szemcse szerkezetet biztosító technika adja a legkedvezőbb eredményt.



2. ábra. A szilárdságnövelő technikák hatása az átmeneti hőmérsékletre

Ebbe a csoportba tartoznak a különlegesen dezoxidált, csökkentett széntartalmú, egyidejű-



3. ábra. Két különböző acél ausztenit szemcseméretének elvi változása a hegesztési hőciklus hatására

leg mikroötvözőket tartalmazó, kén- és zárványszegény acélok, amelyek szemcsefinomsága legalább a Taylor-skála 5. fokozatának felel meg, vagy annál finomabb.

A növelt folyáshatárú mikroötvözött acélok két csoportba sorolhatók:

- normalizált, vagy szabályozott hengerléssel gyártott acélok,
- nemesített acélok.

A nagy igénybevételű varratnélküli csövek gyártásához Magyarországon egy fejlesztési program keretében a WTX, illetve spirálvarratos csövek gyártásához a DX jelölésű, szemcsefinomított, mikroötvözőket tartalmazó növelt folyáshatárú acélszaladót fejlesztettek ki, amelyek az első csoportba tartoznak. Az acélok folyáshatára 360–480 MPa tartományba esik.

A mikroötvözők, nitrogén jelenlétében, normalizáláskor, illetve ennek megfelelő, szabályozott vég hőmérsékletű hengerlés során diszperz nitrid-, illetve karbonitrid-kiválásokat eredményeznek [2], melyek hatására a folyáshatár jelentősen megnövekszik. A nitridek, karbonitridek jelenléte emellett csökkenti a ferrit szemcse nagyságát, ami kedvezően változtatja meg az átmeneti hőmérsékletet, és az acél kevésbé érzékeny a bemetszésekre is.

A hegesztési hő hatása

Egy adott kémiai összetételű anyag tulajdonságait a szövetszerkezete határozza meg. A szövetszerkezet egyik mennyiségi jellemzője a szemcse nagyság, ami az ausztenit szemcseméretétől és a hűtési viszonyoktól függ.

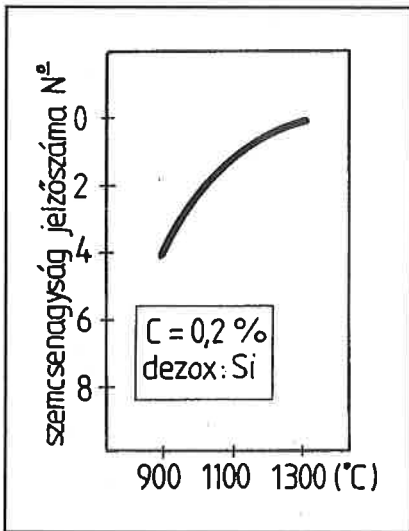
A hegesztés folyamán hőt közlünk az anyaggal. A ferrit-perlites szövetszerkezet a hőhatásövezetben, a hevítés hatására, ausztenit alakul; a kialakuló szemcse nagyságát a hevítési hőmérséklet, az idő és egyéb más tényezők (pl. fázisösszetétel, hevítési sebesség, előzetes alakítás stb.) befolyásolják.

Ugyanakkor megjegyzendő, hogy a szemcse méret-változás jellege is változik az idő függvényében a különböző anyagoknál. Ezt mutatja vázlatosan két eltérő anyagra a 3. ábra. A hőciklust, amely mindkét anyag esetében azonos, a bekeretezett kis segédábra

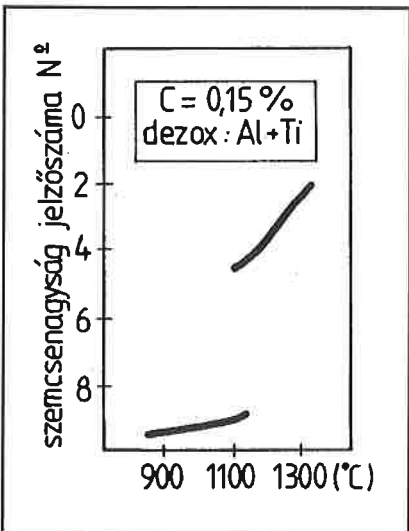
mutatja. Az ábrából látható, hogy míg az A anyag szemcsézete hosszú idejű hőhatás esetén is csak kis mértékben változik, addig a B típusú anyagnál a szemcseméret növekedése a hosszabb időtartamok esetében már jelentős.

Hasonló viselkedést mutatnak a durva- és a finomszemcsés acélok is: míg a durvaszemcsés acélokra a szemcseméret folyamatos növekedése a jellemző, addig a – például Tinal kezelt – finomszemcsés acél szemcsemérete ugrásszerűen változik egy meghatározott hőmérséklet-tartományban.

A jelenség illusztrálására a 4. ábrán egy 0,2% szenet tartalmazó, csak szilíciummal dezoxidált, „durvaszemcsés” anyag, az 5. ábrán pedig egy 0,15% széntartalmú, különlegesen csillapított, mikroötvözött anyag szemcseméret-változását mutatjuk be különböző ausztenitesítési hőmérsékleten 1 órás hőntartás esetén. Az ábrák jól érzékelik a két acél viselkedésének jellegbeli különbözőségét



4. ábra. Az ausztenitesítési hőmérséklet hatása a Si-mal csillapított acél szemcseméretére, hőntartás: 1 óra



5. ábra. Az ausztenitesítési hőmérséklet hatása a különlegesen csillapított acél szemcseméretére, hőntartás: 1 óra

és azt is, hogy a durulás mértéke a finomszemcsés anyag esetében relatíve nagyobb. Az ilyen acélok a hegesztési hőfolyamatokra sokkal érzékenyebbek.

A szemcseméret hatása

A hegesztett kötés hőhatásövezetében szemcsedurulás következik be, az anyag ennek következtében ridegebbé válik, törési veszély keletkezik. A töréshez kezdő repedés szükséges, amely az igénybevételtől, az anyag állapotától függően terjed. Mind a repedés keletkezése, mind a repedés terjedése szempontjából a hőhatásövezet szemcsedurult része a kritikus, a durvaszemcsés szerkezet csökkent szívóssága és megnövekedett bemetszésérzékenysége miatt.

A mikroötvözött, növelt folyáshatárú WTX, DX jelű anyagok viselkedésének megismerése érdekében kísérleteket végeztünk a szemcsemérettől függő ridegtörési, bemetszésérzékenységi tulajdonságaik tisztázására.

Első lépésként a szemcsedurulási hajlamosított vizsgáltuk.

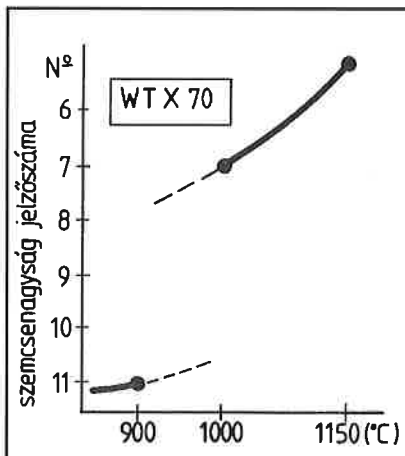
A szemcseméretet hőkezeléssel durvítottuk el. A hevítést 900, 1000 és 1150 °C hőmérsékleten végeztük, a hőntartási idő 1 óra volt. A hevítést követően szabad levegőn hűtöttük az anyagot.

A szemcseméretet az MSZ 2657 szabvány szerint 100x-os nagyítású mikroszkópi képből határoztuk meg. Az eredményt az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat

Állapot	szállítási	izzítási hőmérséklet °C		
		900	1000	1150
A szemcseméret jelzőszáma (N)	12	10-11	7	5

A táblázati adatokból jól érzékelhető a 1000–1150 °C tartományban bekövetkezett jelentős durulás, amit szemléletesen mutat be a 6. ábra.



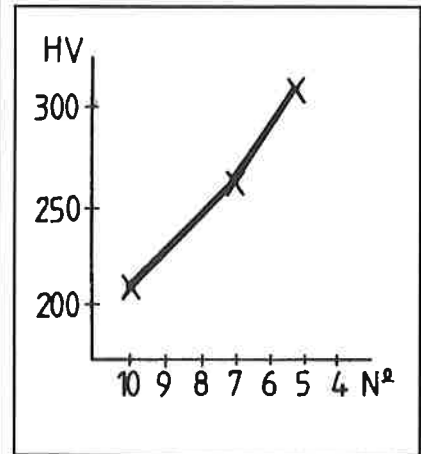
6. ábra. A WTX 70 jelű acél szemcsemérete az ausztenitesítési hőmérséklet függvényében, hőntartás: 1 óra

A szemcsedurulás befolyással van a hegeszethezősége, és hatására megváltozhatnak az anyag mechanikai tulajdonságai is: a

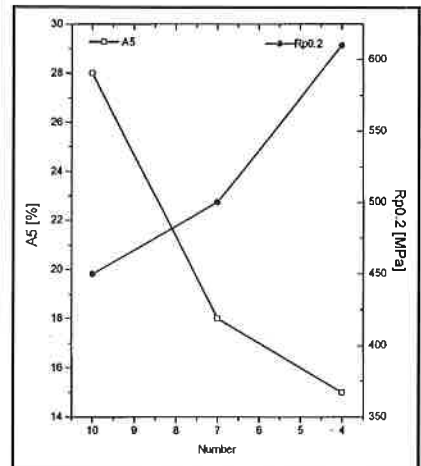
szilárdsági jellemzők növekednek, a szívóssági mérőszámok csökkennek.

A változás számszerű értékelésére a hőkezelt (szemcsedurított) anyagok keménységvizsgálatot, szakítóvizsgálatot és ütőmunka-vizsgálatot végeztünk.

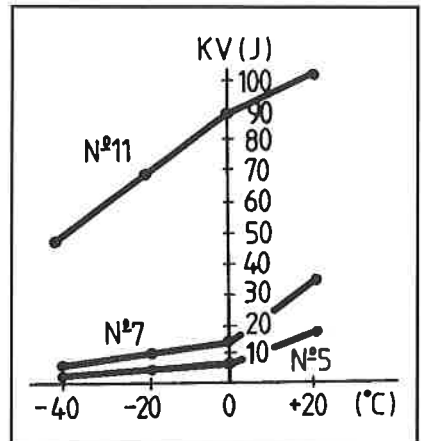
Az eredményeket a 7., 8. és 9. ábrákon foglaltuk össze.



7. ábra. A keménység - szemcseméret összefüggés a WTX 70 acélra



8. ábra. A szemcseméret hatása a WTX 70 jelű acél folyáshatárára és az A5 szakadási nyúlására



9. ábra. Az ütőmunka - szemcseméret összefüggés a WTX 70 acélra

Az ábrákból egyértelműen látszik a szemcsedurvítás hatására bekövetkezett szilárdságnövekedés és a képlékenység egyidejű csökkenése (7. és 8. ábrák), valamint a kritikus átmeneti hőmérséklet (TTKV) drámai megnövekedése (9. ábra).

A hegesztett szerkezetek törését szinte kizárólag a feszültséggyűjtő helyekről kiinduló repedések okozzák.

A hegesztett kötések egyértelműen feszültséggyűjtő helyek, részben a varratok geometriai kialakítása, részben a kötés szövetszerkezeti inhomogenitása, és végül az esetleges folytonossági hiányok miatt.

Bemetszett próbatestek szakítóvizsgálatával meghatároztuk az anyag bemetszés-érzékenységre jellemző fajlagos törési munka (W_c) nagyságát a feszültségkoncentrációs tényező (α_k) függvényében.

A fajlagos törési munka meghatározásához az alábbi (1) formulát használtuk:

$$W_c = (R_{p0,2} + R_u) \ln \frac{d_0}{d_u} \quad [J / cm^3] \quad (1)$$

ahol

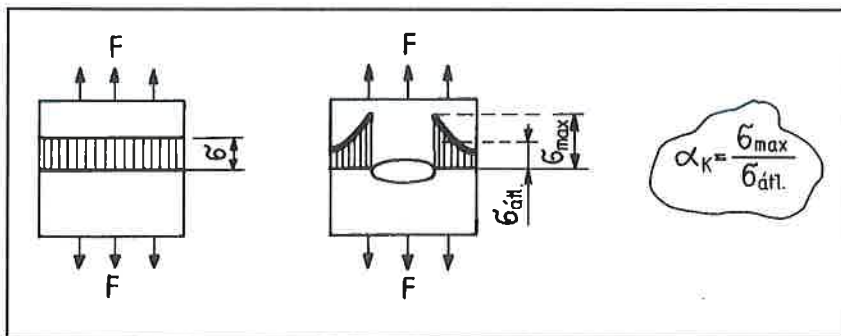
$R_{p0,2} = 4F_u/d_0^2 \pi$, az egyezményes folyáshatár

$R_u = 4F_u/d_u^2 \pi$, a kontrakciós szilárdság

d_0 a próbatest kiinduló átmérője

d_u a próbatest átmérője a szakadás helyén

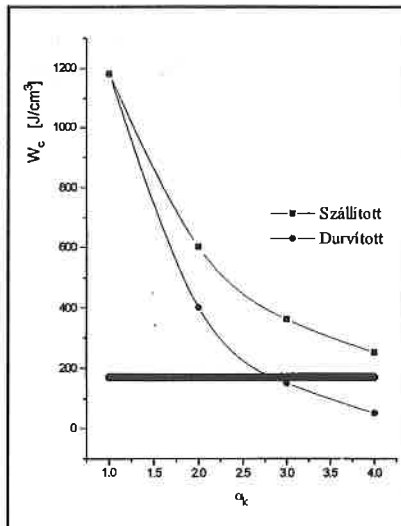
A feszültségkoncentrációs tényező (α_k) értelmezése a 10. ábra szerinti.



10. ábra. A feszültség-koncentrációs tényező (α_k) értelmezése

A vizsgálat eredményét a 11. ábra mutatja. Az ábrán a szállított állapotú (A) és a 1150°C-on eldurvított (B) anyag $W_c = f(\alpha_k)$ görbéjét rajzoltuk fel. Korábbi tanszéki vizsgálatok [3] azt mutatták, hogy 150-180 J/cm³ az a minimális törési munka érték, amelynél még nem kell ridegtöréssel számolni. Az ábrából egyértelműen látszik, hogy a vizsgált anyag a szállított (finomszemcsés) állapotban még az igen éles bemetszések esetében is rendelkezik szívóssági tartalékkal, ugyanakkor a szemcsedurvított állapotban már $\alpha_k \approx 4$ nagyságú feszültségkoncentráció is törési veszélyt jelent.

A hibák veszélyessége igen erőteljesen növekszik az acélok folyáshatárának növekedésével. Különböző folyáshatárú acélokat vizsgálva az $R_{p0,2} = 280-1480$ Mpa tartományban Tóth László [4] tett összehasonlítást az



11. ábra A $W_c = f(\alpha_k)$ görbék a WTX 70 jelű acél szállított és szemcsedurvított állapotában

azonos geometriájú felületi és belső hibákra. Vizsgálta a terjedő és a kritikus repedés méretének folyáshatár-függését. (Eredményeit az Anyagvizsgálók Lapja 1994/3. számában is közöltük. – A szerk.) Eredményeiből (pl. lapunk 44. oldalán a 3. ábrából is – A szerk.) egyértelműen kitűnik, hogy a felületi hibák lényegesen veszélyesebbek, és az is, hogy a szilárdság növekedésével a repedésterjedési érzékenység erőteljesen növekszik.

Egy káreset tanulsága

Mindezekből világosan látszik, hogy a nagy szilárdságú hegeszthető acélok esetében fokozott gondot kell fordítani a varratszegélyek ellenőrzésére és a hőhatásövezet repedésvizsgálatára.

Ezek fontosságának igazolására legyen szabad egy tényleges káresetet bemutatni.

A DX75 anyagú spirálvarratos csövekhez gyártott széles szalag felületén a hengerlésnél a szalag hosszában 0,6–0,8 mm mély, hosszú, párhuzamos éles karcok keletkeztek. A 8 mm vastagságú szalagból a 23" átmérőjű csövet CO₂/UPS technológiával hegesztették. A karcos szalagoldal a cső külső felületére került.

Némelyik szakaszon a lemez szélétől 3–5 mm távolságban is voltak karcok; ezek a meg-

hegesztett szerkezetben a spirálvarrattal párhuzamosan futó, a hőhatásövezetben hosszú felületi hibák formájában jelentkeztek.

A sikeres nyomáspróbán átesett 7 m hosszúságú csövet a helyszíni szerelésnél néhány fokban szögben meg kellett hajlítani. A hajlítást beépítés előtt hidegen akarták elvégezni, azonban a cső hajlítás közben robbanásszerűen eltört, a hőhatásövezetben mintegy 2 m hosszúságban felszakadt. Baleset, szerencsére nem történt.

A vizsgálat kimutatta, hogy a törést a hőhatásövezet szemcsedurvult részében elhelyezkedő hosszú, felületi karcolásból, mint feszültséggyűjtő helyből kiindult repedés okozta.

Megjegyzendő, hogy a folyamatos hengerléssel készített szalagok felületét korábban is ellenőrizték, vizuálisan. A vizsgáló személy szeme, a folyamatos végzett vizsgálat során „beállt” egy elfogadott szintre a hibák jellege, mennyisége és mérete szempontjából is.

A hagyományos anyagok esetében a felületi sérülések jelentősége kisebb; az új, nagyobb szilárdságú anyagoknál azonban a korábbi hibaszintek nem fogadhatók el; továbbá objektív, reprodukálható és dokumentált vizsgálatokra van szükség.

Összefoglalás

A növelt folyáshatárú, mikroötvözött, hegeszthető acélok felhasználásával kapcsolatban a következő megállapítások tehetők:

- a szilárdságnövekedéssel a repedéskeletkezési, és a repedésterjedési érzékenység erőteljesen növekszik;
 - ezek az acélok fokozottan érzékenyek a technológiai paraméterek változásaira;
 - gondosan megtervezett és ellenőrzött (betartott) technológiával a hőhatásövezetben meg kell őrizni a finomszemcsés, perlitiszegény szerkezetet;
 - a felületi hibák lényegesen veszélyesebbek, mint a belső hibák, és a folyáshatár növekedésével a veszélyességük erőteljesen változik;
 - a felületi hibák vizsgálatára sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani: felértékelődnek a vizuális, penetrációs, örvényáramos felületi vizsgálati módszerek; egyben jelentősen megnövekedik a vizsgáló személy felelőssége.
- Mindezek következtében az ilyen acélok felhasználásánál minden egyes technológiai fázisban a technológiai fegyelem igen szigorú betartása alapvető követelmény.

Irodalom

[1] Vaskut-jelentés, Budapest, 1984
 [2] Rempert Zoltán: A hegesztett acélok szerkezete Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1975
 [3] Karsai István: Egyetemi doktori disszertáció Bp., 1972
 [4] Tóth László: Hegesztett kötések megbízhatósága, a hibák veszélyességének megítélése. Hegesztéstechnika IV. évf. (1995) 4. pp. 3-7.

A roncsolásmentes anyagvizsgálat és az információ-technológia hatásai a spirálcsőtermék életgörbéjére a Dunaferrenél

Dr. Tar József*

Ezt az írást mindazoknak ajánlom, akik kitartóan szolgálták a spirálcső minőségügyét

A szerző

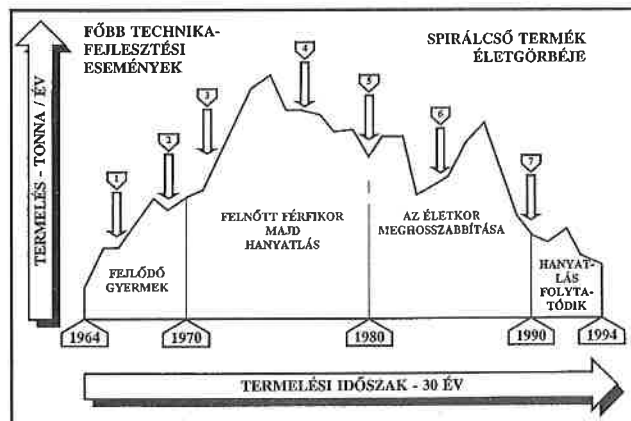
A Dunafer, a *Dunai Vasmű* spirálcső üzemének három csőgyártó-során több mint egymillió (1 010 985) tonna 159–1016 mm átmérőjű, 4–12 mm falvastagságú, nagyrészt DX42–DX65 alapanyag minőségű, többségében éghető folyadékok és gázok nagy nyomású szállítására alkalmas spirálvarratos acélcsövet állítottak elő az 1964 és 1994 közötti időszakban. Ezekből a csővekből épített távvezetékek behálózják az országot és biztonságosan, meghibásodás nélkül üzemelnek. A csővek egy része külföldi felhasználású, így többek között a Szahara homokjába ágyazva szállítják az energiát és megtestesítői annak a csőgyártási kultúrának, ami az elmúlt 30 évben Magyarországon, a Duna mentén, Dunaújvárosban meghonosodott.

A spirálcsőtermelés fejlődését elsődlegesen a hazai és világszerte történés befolyásolták. A kezdeti fellendüléshez a 60-as évek közepén megfogalmazott kormányzati kőolaj- és földgázprogram nyomán beinduló távvezeték-beruházások szolgáltatták a piaci alapot. A kőolaj és földgáz világszertei ára ekkor még a csőgyártási volumen gyors növelését gerjesztette. A 70-es években bekövetkező első, majd második energiaár-robbanás drasztikus hatása következtében az évtized közepétől a spirálcsőtermelés hanyatló tendenciájú, és ez a folyamat napjainkban is tart.

A spirálcsőtermék életgörbéjét a piaci hatásokon kívül technikai hatások is befolyásolták. Az első évtizedet az ultrahangos és röntgensugaras vizsgálaton alapuló, a csőgyártás egészét átfogó ellenőrzési és vizsgálati rendszer kiépülése jellemezte. A második évtized technikai fejlesztései az információ-technológia gyors fejlődésén alapultak. A harmadik évtizedben a komplex innováció és a szabványos alapú minőségbiztosítási rendszer kiépítése és tanúsítása képezte a technikai háttéröt.

Az életgörbe

Az 1. ábra szemlélteti a spirálcsőtermék életgörbéjét virágzástól lombohullásig



1. ábra: A spirálcsőtermék életgörbéje 1964 és 1994 között, a fontosabb technika-fejlesztési eseményekkel

* Dunafer Qualitest Kft.

Virágzás

Az új terméket előállító üzem két csőgyártósorral az épülő hideg-hengermű csarnokában kapott helyet. A próbagyártás és felútás kezdeti szakaszában csak vízcsövek és szerkezeti csövek értékesítésére volt lehetőség, mivel a gáztömörséget igazoló roncsolásmentes vizsgálatok csak 1966-ban kerültek bevezetésre. A gyártósorokra szerelt ultrahangos berendezések és közvetlenül a gyártógépek mellé telepített röntgensugaras átvilágító berendezés biztosította a hegesztési varratok minőségének 100%-os ellenőrzését. A növelt folyáshatárú acélok (DX42, DX52) és a háromlépcsős vizsgálati rendszer alkalmazásával műszakilag lehetővé vált az akkori vevői igények legmagasabb szintű kielégítése. Az új hazai termék képessé vált a spirálcső import kiszorítására. A 238 km hosszúságú, 610 mm átmérőjű Barátság II. olajvezeték X52 minőségű csőveivel Dunaújváros 1968-ban letette névjegyét a csőpiacon.

Felnőtt férfikor

Az új termék piaci sikere nyomán 1970-ben elkezdődött egy harmadik csőgyártósor beruházása. Az új gyártóberendezés 1016 mm átmérőig, 12 mm falvastagságig és DX65 acélszilárdságig képes gázcsövek előállítására. A DUSA-2 ultrahangos vizsgáloberendezés új generációs elektronikus modulokból épül fel. A második röntgensugaras átvilágító berendezés nagy felbontóképességű képerősítővel és tv-lánccal van felszerelve. A továbbfejlesztett termék versenyképes a német, a francia és az olasz piacon előállított nagy átmérőjű gázcsövekkel. 813 mm átmérőjű, DX60 minőségű hazai termékből épül fel 1973–74-ben a 156 km hosszúságú Testvériség I. gázvezeték. 1975-ben a csőüzem eléri a mindenkori legmagasabb kapacitás kihasználását (57 675 tonna/év). Az energiaár-robbanás hatására a következő években tartós hanyatlási tendencia jelentkezik. Az Adria olajvezetékhez 1976-ban szállított 195 km hosszúságú, 610 mm átmérőjű, DX60 minőségű cső azonban azt igazolta, hogy még nem kell meghúzni a vészharangot. Viszont a nemzetközi piacon keletkező kihasználatlan csőgyártó kapacitások miatt élesedő árversennyel kellett szembenézni. A csőgyártási veszteségek csökkentése érdekében 1977-ben megindult a SUMIR-S17 típusú számítógépes ultrahangos minőség szabályozó rendszer kifejlesztése.

Az életkor meghosszabbítása

A 70-es évtized végére az értékesített spirálcső mennyisége az 1975. évi csúcserőérték 2/3-ára csökkent. Rendelési állomány hiányában a III. csőgyártósor termelését 1980-ban 6 hónapon át szüneteltetni kellett. A hanyatlás félreérthetetlenül bekövetkezett. A hanyatlási tendenciát már nem sikerült megállítani, de a komplex innováció fegyvertárának bevetése a 80-as évtized középső harmadában egy másodvirágzást eredményezett. Az ultrahangos palástvizsgálat alapfeltétel volt az algériai csőexport beindításához. A SUMIR-S17 üzemszerű alkalmazásával a vevő legszigorúbb követelményeit is sikerült kielégíteni, és 1981-ben megvalósult a 100 km hosszúságú Algéria gázvezeték (Ø 508, X52).

1983-ban megkezdődött a kis átmérőjű gázcsövek gyártása a 159–300 mm-es átmérettartományban. Ezt a piaci szegmenst korábban a varrat nélküli csövek gyártói uralták. Addig senki nem gondolt arra, hogy a spirálvarratos acélcső versenytársa lehet ennek a terméknek. 1984 végéig 15 000 tonna spirálvarratos kis átmérőjű gázcsövet kaptak a hazai vevők. A felhasználók elégedettek voltak az új termékkel, mert a termelékeny eljárással a kívánt szállítási határidők jól teljesíthetők, a minőség kiváló és az új árképzésű spirálcső olcsóbb, mint az azonos szállítási teljesítményt nyújtó, melegen hengerelt cső. Az 1987. évi második termelési csúc – szinte hihetetlen – 81%-ra megközelítette az

1975. évit. Még ebben az évtizedben a nagy átmérőjű csövek gyártásánál is bekövetkezett a minden korábbinál nagyobb teljesítmény: megépült az Összefogás gázvezeték 813 mm átmérővel, DX65 minőségben, 208 km hosszúságban.

A piacon maradt szolgálta az első magyarországi – az API Spec Q1 szabványnak megfelelő – **minőségbiztosítási rendszer** megvalósítása és harmadik fél által történő tanúsítása.

Lombhullás

A 90-es évtized 1/3-os termelési szinttel kezdődött és 1994-re a gyártási kapacitás kihasználás már csak mindössze 21%-a az 1975. évi csúcserőtelnek. A nagy gyakorlattal rendelkező, kiváló szaktudású személyzet jelentős része eltávozott az állományból. A csőgyártási kultúra elérkezett a fenntarthatósági határértékhez. Ez az üzem teljesítette küldetését: 30 éven át hibátlanul kielégítette a hazai távvezeték csőszükségletét. Az energiaár-robbanások és a gazdasági recessziók ellenében is talpon tudott maradni.

A technikai hatások

A következőkben, az 1. ábra 1–7-ig számozott □ szimbólumainak sorrendjében, áttekintjük a **növekedést gyorsító**, illetve a **hanyatlást lassító technikai hatásokat**.

1. Alapok lerakása

A spirálvarratos acélcsövek műszaki követelményei (MSZ 3770, DIN 17172, API Spec 5L) egyértelműen előírják a gáztömörség igazolását a hegesztési varratok 100%-os roncsolásmentes vizsgálatával. **Kétlépcsős vizsgálati rendszert** hoztunk létre a szabványos követelmények kielégítésére [1,2] Az **első lépcsőben** gyors, szelektáló vizsgálat történik a gyártás ütemében, melynek során a termék „hibátlan” és „hibás” csoportba sorolható. A második lépcsőben a „hibás” termékcsoporthoz tartozókat vizsgálják és az eredmények alapján „megfelelő”, „javítható” és „nem javítható” csoportokat képeznek.

Az első lépcsőben, az **ultrahangos vizsgálat** elvégzésére DUSA-1 típusú automatikus vizsgálóberendezést fejlesztettünk ki, amit közvetlenül a gyártógépre szereltek fel és így ez a gyártás ütemében automatikusan megjelöli a cső felületén a hibás varratszakaszokat. A vizsgálóberendezés mechanizmusa, a varrat két oldalán elhelyezett 70°-os vizsgálófejeket (1x2 vizsgálófejes elrendezés) a hegesztési varratról állandó távolságban vezeti. A varratvizsgálófej-távolság ellenőrzése és korrigálása a kezelőszemély feladata.

A **második lépcsőben** az ultrahangos berendezéssel hibásnak jelölt varratszakaszokat utólagosan Müller MG-150 típusú képerősítő röntgenátvilágító berendezéssel vizsgálják felül. Röntgensugaras vizsgálat határozzák meg a varrathibák típusát, méretét és gyakoriságát. Az ultrahangos vizsgálat alapján képzett „hibátlan” termékcsoporthoz tartozókat még ellenőrző röntgenvizsgálatnak is alávetik. A javított csövek varratait ismételt röntgensugaras vizsgálat ellenőrzik. A kétlépcsős roncsolásmentes vizsgálat eredményei megfelelő információkat szolgáltatnak a gyártási folyamat szabályozásához és a termék megfelelőségének igazolásához.

2. Rendszerben az erő

A nagy szilárdságú alapanyagból gyártott csövek hegesztési varrataiban a korábbi hibatípusok (varratkimaradás, varrateltolódás vagy elégtelen beolvadás miatti összeolvadási hiány, gázzárvány, salakzárvány) mellett a külső és belső hegesztési varratban ferde síkú melegrepedések is felléptek. Ezek a varrathibák az üzemelő távvezeték biztonságát nagy mértékben veszélyeztetik. Tapasztalataink szerint ultrahangos vizsgálat a repedések teljes biztonsággal kimutathatók, a képerősítő röntgenvizsgálat viszont alkalmatlan erre a célra. Az eddig alkalmazott kétlépcsős vizsgálatot továbbfejlesztve, **háromlépcsős vizsgálati rendszert** vezetünk be. [3] Ennek lényege, hogy megváltoztattuk a röntgenvizsgálat abszolút felülvizsgáló szerepét és rendszerbe állítottuk a kézi ultrahangos vizsgálatot. Az első lépcsőben a gépi ultrahangos vizsgálat változatlanul „hibátlan” és „hibás” termékcsoporthoz képez. A második lépcsőben képerősítő röntgenvizsgálat a korábbi három csoport mellett egy negyedik, az ún. „kérdéses” csoportba

sorolják a csöveket. Ugyanis, ha a gépi ultrahangos vizsgálat hibásnak talált varratszakaszokon röntgenvizsgálattal nem észlelnek hibát, akkor kérdéses, hogy az illető varratszakasz repedést tartalmaz-e, vagy pedig zavaró tényezők hatására került bejelölésre. A „kérdéses” csoportot a harmadik lépcsőben **kézi ultrahangos vizsgálat** „megfelelő”, „javítható”, „nem javítható” csoportokba sorolják. Az esetek kis részében még sor kerülhet filmfelvételes röntgenvizsgálatra is. Elvileg ezek a vizsgálatok negyedik lépcsőjének is tekinthetők. A 30 év tapasztalatai azt bizonyítják, hogy az így kialakított rendszer nagy hatékonyaságú és teljes biztonsággal kiszűri a felhasználást hátrányosan befolyásoló varrathibákat.

3. A piaci konjunktúra hullámlovasaként

A harmadik csőgyártósor telepítési elrendezése teljes egészében a jól bevált háromlépcsős vizsgálati rendszer koncepcióján alapul. Az emberbarát térkialakítás, a gépesítés és automatizálás magas szintje jó feltételeket teremtett a gyártó és vizsgáló személyzet munkájához és kommunikációjához. A második képerősítő röntgenátvilágító berendezés tv-lánccs kiegészítése javította a vizsgálatok megbízhatóságát, kevésbé terhelte fizikailag és pszichikailag a vizsgáló személyzetet.

A DUSA-2 típusú ultrahangos vizsgálóautomata kifejlesztését [4] a DUSA-1 típusú berendezés 1x2 vizsgálófejes elrendezésből indultunk ki, de mindegyik vizsgálófejjel szemben egy-egy ellenőrző fejet helyeztünk el a vizsgálófejből kiinduló és a varraton áthaladó hanghullámok amplitúdójának mérésére. A három darab USE-1 típusú készülékből felépített rendszer három alapvető feladatot látott el a beépített monitorok segítségével. Az **A-jelű monitorok** a hegesztési varrat tartományát, a **B-jelű monitorok** a hegesztési varrat melletti alapanyagot, a **C-jelűek** pedig a vizsgálati érzékenységet figyelték. Minden monitorkimenethez egy-egy festékszóró, illetve regisztráló csatorna tartozott. A regisztráló szalagon rögzített és a csőfelületre festett információk alapján a megjelölt csőszakaszokat négy csoportba sorolták: „hiba a varratban”, „hiba az alapanyagban”, „varrateltolódás”, „hiba kérdéses” a nem megfelelő akusztikai csatlakozás vagy vizsgálati érzékenység miatt. Az új fejlesztés tovább javította a háromlépcsős vizsgálati rendszer hatékonyságát, mivel már az első vizsgálati lépcsőben jól értékelhető információk keletkeztek a csövek korábbinál differenciáltabb előosztályozásához.

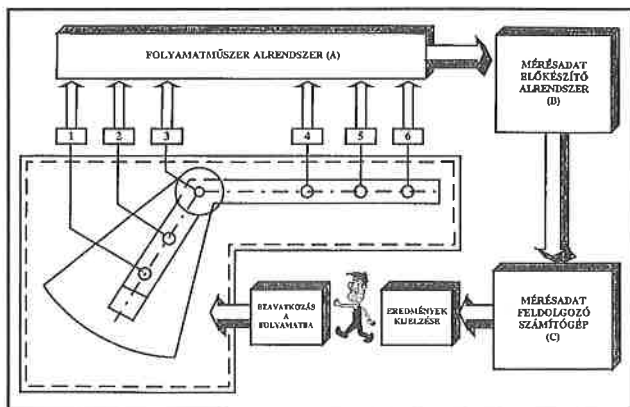
4. Szembeszegetve a hanyatlással

Acskökkenő piaci kereslet kihívásra csakis a termékminőség javításával és a gyártási veszteségek csökkentésével lehet pozitív választ adni. [5, 9] Ezért 1977-ben többéves fejlesztési program indult a következő célkitűzésekkel:

- A csőpalást 100%-os ultrahangos vizsgálata rétegezésre, értékelés és a cső minősítése a csőgyártósoron, a gyártás ütemében.
- A hegesztési varrat 100%-os ultrahangos vizsgálata, a hibák helyének, nagyságának és típusának meghatározása, regisztrálása a csőgyártósoron.
- A spirálcső minőségét befolyásoló technológiai paraméterek (hegesztési sebesség, alakítási szög, hegesztőáram, hegesztőfeszültség) mérése, értékelése, regisztrálása.
- A technológiai és a minőségi paraméterek mérésével, a mért adatok valós idejű értékelésével, az információk gyors visszacsatolásával, az eltérések megszüntetését célzó beavatkozásokkal – gazdaságos kihozatal és optimális programszerűség mellett – biztosítani az előírt minőséget.
- A legmagasabb vevői igények kielégítésével a spirálcsövek exportértékesítési lehetőségeinek bővítése.

A fejlesztési célkitűzéseket a **SUMIR-S17 típusú számítógépes ultrahangos minőségszabályozó rendszer** kidolgozásával valósítottuk meg (2. ábra), amely három fő részre tagolódik: folyamatműszer alrendszer (A), mérésadat-előkészítő alrendszer (B), mérésadat-feldolgozó alrendszer (C).

A csőgyártósorra telepített **folyamatműszer alrendszer** a technológiai és minőségi paramétereket folyamatosan méri. A folyamatérzékelő műszeregségei a következők: alakításizsög-mérő (1), hegesztési sebesség-mérő (2), hegesztőáram- és hegesztőfeszültség-mérő (3), ultrahangos falvastagságmérő (4), ultrahangos csőpalástvizsgáló (5), ultrahangos varratvizsgáló (6). A mért értékeket a további alrendszerek



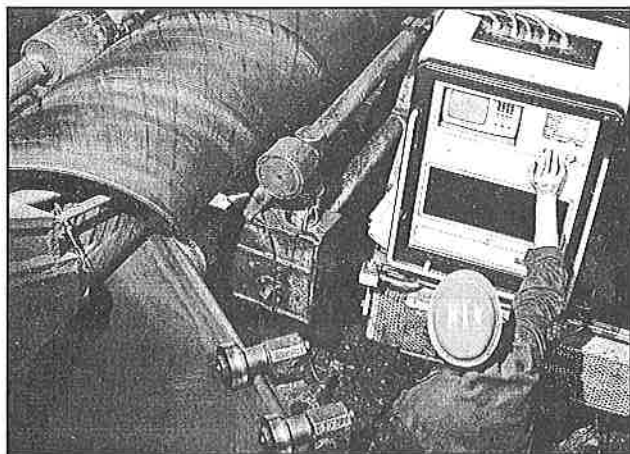
2. ábra. A számítógépes ultrahangos minőség szabályozó rendszer

feldolgozzák. A számjegyes kijelzésen kívül technológiai beavatkozásra figyelmeztető jelzés is történik, ha a mért érték az előírt határértéket túllépi.

A folyamatműszer alrendszer legfontosabb részét az ultrahangos varrat- és palástvizsgáló berendezés képezi. A varratvizsgáló 3x2 vizsgálófejes elrendezéssel a varrat teljes térfogatát és az alapanyag hegesztési varrattal szomszédos peremzónáját ellenőrzi. A 2x5 vizsgálófejes palástvizsgáló az oszcilláló mozgást végző mechanizmus segítségével a teljes csőpalástot letapogatja. Ezek a berendezések a többi alrendszerrel összekapcsolva képesek a varrathibák típusának, nagyságának és gyakoriságának folyamatos értékelésére, továbbá a csövek – az alapanyag rétegtességét és zárványosságát is figyelembe vevő – osztályozására.

A mérésadat-előkészítő alrendszer feladata a folyamatműszer alrendszer által szolgáltatott adatok előkészítése (válogatás, adatcsoportosítás) a mérésadat-feldolgozó alrendszer számára. A számjegyes kijelző egység és a regisztráló műszer vezérlése erre a szintre van szervezve. Az alrendszer részét képezi egy tesztprogram-generátor is, aminek feladata az ultrahangos vizsgálóberendezések hibajelzéseinek szimulálása ellenőrzés és karbantartás céljából.

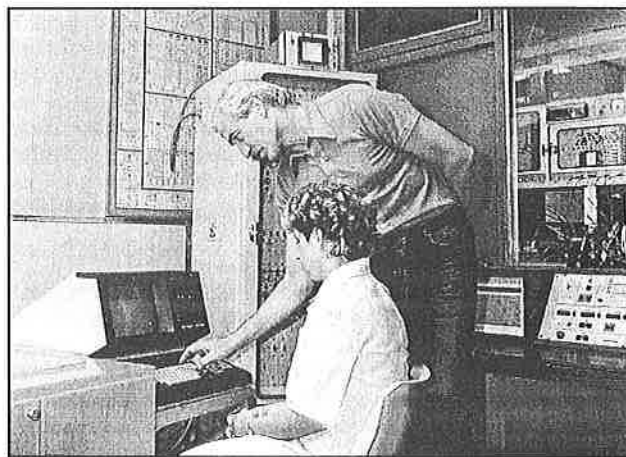
A mérésadat-feldolgozó alrendszer értékeli a megfelelően előkészített adatokat. Az értékelt adatokat áttekinthető jegyzőkönyvbe szerkeszti és kinyomtatja. A varrathibák típusát, nagyságát és koordinátáit folyamatosan közli a technológiai vezérlő pultnál elhelyezett alfanumerikus kijelzőn (3. ábra). A beavatkozásra jogosult személy 8 m hegesztési varrat hibatérképét tudja áttekinteni a kijelzőn. A hegesztési varrattól 1 cm-es felbontásban kap információt a gyártási folyamat irányítója.



3. ábra. A számítógépes ultrahangos minőség szabályozó rendszer kihelyezett terminálja

A folyamatműszer alrendszer központi egysége, a varrat- és palástvizsgáló berendezés KS 3000 típusú központja, továbbá a mérésadat-előkészítő és -feldolgozó alrendszerek egységei a gyártógép

mellé telepített minőség szabályozó központban (4. ábra) vannak elhelyezve. A minőség szabályozó rendszer operátora a központi kijelzőn folyamatosan figyelemmel kíséri a minőségi paraméterek alakulását. A csődarabolási programot szükség szerint módosítva a gázcsőkihozatal javítására, a minőségi megvalósulás optimalizálására van lehetőség. Az operátor végzi az ultrahangos berendezések hitelesítését, az egész rendszer működésének ellenőrzését és a termelés nyilvántartásához szükséges adatok számítógépes könyvelését. A számítógépes ultrahangos minőség szabályozó rendszer jól beilleszkedik a háromlépcsős vizsgálati rendszerbe. A fejlődés jellegzetes eredménye, hogy az ultrahangos vizsgálati módszer már az első lépcsőben meghatározó szerephez jutott, hiszen a technológiai beavatkozáshoz már nem kell megvárni a második és harmadik vizsgálati lépcső eredményeit. Így a minőség szabályozás alapjául szolgáló információk kb. 10-szer rövidebb idő alatt állnak rendelkezésre, mint korábban.



4. ábra. A számítógépes ultrahangos minőség szabályozó rendszer minőség szabályozó központja

5. Zuhanórepülés közben

A hazai mennyiségi igények folyamatos csökkenésével egyre erőteljesebben merül fel a spirálcsőexport szükségessége. [6, 7] Számolni kellett azzal, hogy az éles világpiaci versenyben csak igazoltan kiváló minőségű termékkel és mérsékelt árral lehetünk versenyképesek. A vevői magatartást jellemezte az is, hogy már a szerződés megkötése előtt bizonyosságot akart szerezni arról, hogy az általa igényelt kiváló minőségű termék szállítására vállalkozó cég valóban képes-e a megkötendő szerződés garantált teljesítésére.

A vevő bizalmának erősítését szolgáló, a nemzetközi gyakorlatban jól bevált és elfogadott **approbálási eljárásokat** a spirálcső terméknel is alkalmaztuk. Az **API monogram** használatára jogosító oklevelet még 1975-ben megszereztük az American Petroleum Institute approbálási eljárása nyomán. Sajátossága ennek az eljárásnak, hogy az értékelésnél nagy súlyt helyeznek a felhasználói véleményekre. A Svédországba szállítandó távfűtő vezetékcsövekkel kapcsolatban a svédországi Arbeatars-Kyddstyrelsen (ASS) megbízásából a Sveriges Tekniska Kontrollinstitut (STK) 1979-ben végzett vizsgálatokat a spirálcső üzemeiben. A helyszíni vizsgálatnál kitént, hogy a gyártómű minőségképességének értékelésénél milyen nagy jelentőséget tulajdonítanak a háromlépcsős vizsgálati rendszernek és a számítógépes ultrahangos minőség szabályozásnak. Az **ASS-oklevelet** az approbáló intézet, az STK helyszíni vizsgálatra alapozva, odaítélte a spirálcső üzemnek.

1981-ben az algériai Société Nationale de Sidérurgie (SNS) megbízottai folytattak átfogó vizsgálatot a spirálcső üzemen. Az algériai bányahatóság és a felhasználó képviselőjében a Sonelgaz szakértők részletesen átvizsgálták a gyártási folyamatot. Az alkalmazott roncsolásmentes vizsgálatok között az ultrahangos varratvizsgálat és a képerősítő röntgenvizsgálat mellett szigorúan megkövetelték a csővégek varratainak filmfelvételes vizsgálatát és a csőalapanyag ultrahangos vizsgálatát rétegtességre.

A Dunai Vasmű végül spanyol, francia és jugoszláv spirálcsőgyártó vállalatok közötti versenyben szerezte meg a 7 millió dollár

bevételek biztosító algériai exportszerződést, amit kifogástalanul teljesített és kivívta az algériai fél elégedettségét.

Az algériai és azt követő gyártási programoknál a számítógépes ultrahangos minőségszabályozó rendszer kiválóan teljesített. A 100%-os ultrahangos palástvizsgálatért a megrendelők jelentős felárat fizettek, mert ezeknek a csöveknek a felhasználásával magasabb üzemi nyomást alkalmazhattak, ami nagyobb szállítási teljesítményt eredményezett. A gyártómű számára további előnyt jelentett a palástvizsgálati eredmények visszacsatolása az Acélmű felé. Az 1983-ban gyártott Ø 712x8 mm-es, DX65 minőségű, 60 km hosszúságú Testvériség II. gázvezetékhez szállított csöveknél például – a vizsgálati eredmények hatására tett metallurgiai intézkedések következtében – **rétegenség miatt leminősült csövek aránya egy éven belül a negyedére csökkent.** A varrathiba miatt leminősült csövek aránya is folyamatosan csökkent a minőségszabályozás eredményeként.

6. Innovációs kitörés

Magyarországon a 80-as évek elejére lényegében befejeződött az éghető folyadékok és gázok szállítására szolgáló gerincvezetékek kiépítése. Ezzel egyidőben napirendre került a kisebb átmérőjű leágazó vezetékek építése. A 300 mm-nél kisebb átmérőjű gázcsöveket részben importból szereztek be a felhasználók, mivel a hazai melegen hengerelt cső gyártási kapacitása nem fedezte az országos igényeket. A nagy átmérőjű vezetékcső megrendeléseknek rohamos csökkenése kézenfekvővé tette a gondolatot, hogy a 150–300 mm átmérőjű gázcső iránti, évi 12–15 000 tonna igény teljes egészében hazai spirálcsőből legyen kielégítve.

Az új termékcsoport gyártásának megvalósítása sokrétű fejlesztési tevékenységet igényelt [8]. Konstruktőrökből, technológus és roncsolásmentes anyagvizsgáló szakemberekből álló csoport látott hozzá a nagyfokú kreativitást és szívós munkát igénylő fejlesztési feladatok megoldásához. Nevezetesen:

- A csövek előírt alak- és méretpontosságának eléréséhez újrendszert **alakító- és kalibráló szerszámra** volt szükség. Megvalósult tehát a *Spirálcsőgyártás a szalag befutási irányába álló külső kalibráló görgőkösárral, belső alakító tűske nélkül* című műszaki megoldás.

- A hegesztési varratok röntgensugaras vizsgálatához olyan kis átmérőjű **röntgensötörtő szondát** kellett kifejleszteni, ami 150 mm és annál nagyobb átmérőjű, max. 12 m hosszúságú csöveknél biztosítja a szabványos hibafelismerhetőség eléréséhez szükséges, egy csőfalon keresztül történő átvilágítást. Ezt oldotta meg a *Kis átmérőjű spirálvarratos gázcsövek minősítésére alkalmas röntgenszonda* című műszaki megoldás.

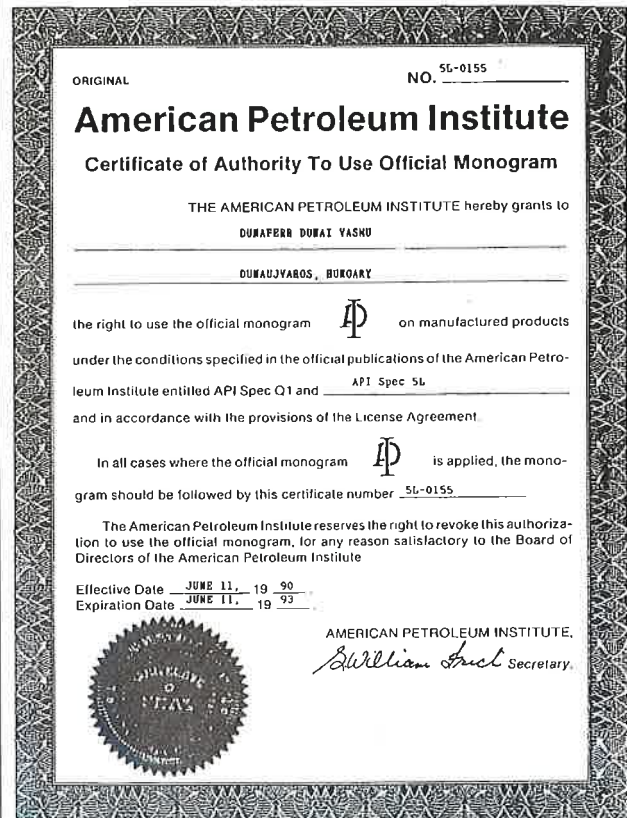
- A *Gáz- és olajipar műszaki biztonsági szabályzata* előírja, hogy a belterületen elhelyezett szállítóvezeték létesítésénél csak **100%-os ultrahangos palástvizsgálattal** ellenőrzött csövek alkalmazhatók. Az I. és II. csőgyártósorokra telepített ultrahangos palástvizsgáló berendezések kifejlesztésével teljesítettük ezt a követelményt is.

A kis átmérőjű gázcsövek gyártásának bevezetésével szükségtelené vált a 150–300 mm-es átmérőtartományban a távvezeték-építés céljait szolgáló csövek importja. A nagy szilárdságú acélszalag felhasználásával készült csőhöz átlagosan 30%-kal kevesebb acélmennyiség elegendő, mint az azonos szállítási teljesítményű, melegen hengerelt cső gyártásához. Az új rendszer bevezetésével a termelékenység 11%-kal növekedett, a gázcső átlagos kihozatali aránya 6%-kal javult egy év alatt.

7. Egyből jót csinálni

1988-ban megjelent az **API Spec Q1** szabvány és az American Petroleum Institute az API-monogram használói részére feltétlenül szabta a nevezett szabványban specifikált minőségbiztosítási rendszer bevezetését és hatékony működtetését. Kétéves fejlesztő munka keretében az összes termékminőséget befolyásoló folyamatot szabályoztuk a **megelőzési filozófia** szellemében [8, 10]. A folyamatok minőségét biztosítottuk és ezáltal garantáltuk a folyamatok outputjának, a spirálcsőtermékeknek a minőségét. A minőségbiztosítási rendszer követelményeinek átvizsgálásakor nyilvánvalóvá vált, hogy az általunk évtizedeken át fejlesztett minőségszabályozási rendszer fókuszában éppúgy a folyamatok állnak, mint a szabványos rendszernél.

Évtizedes tapasztalatainkat jól fel tudtuk használni a Dunaferri társaságcsoporthoz számunkra **modell értékű szabványos minőségbiztosítási rendszer** megvalósításához. A rendszer működését a Bureau Veritas szakértői a helyszínen vizsgálták felül és a pozitív szakértői jelentés alapján **az API 1990. június 11-én kiadta az 5L-0155 számú tanúsítványt**, ami megadja a jogot a Dunaferri Dunai Vasmű számára az API hivatalos monogramjának használatára az API Spec 5L szabvány szerint gyártott termékeknél (5. ábra).



5. ábra. A Dunaferri első szabványos minőségbiztosítási rendszerének tanúsítványa

Mit hoz a jövő?

„A múlt az egyetlen emberi valóság...
Csak a múlttal alkothatjuk meg a jövőndőt.”
Anatole France

Az 1995-ös év még biztosan a talponmaradás éve. Várhatóan 20 000 tonna fölött lesz a termelés mennyisége. Az Országhatár–Győr távvezetékhez 60 km, 711 mm átmérőjű, DX60 minőségű gázcsövet szállít a spirálcső üzem. Még nem dőlt el, hogy egy 30 éves termék végleg befejezi pályafutását vagy lesz újabb kitörés.

Bármint is hoz a jövő, a múlt tényeire mindenkor méltán büszkék lehetnek mindazok, akik a spirálcsőtermék életgörbéjének alakításában résztvettek. A legfontosabb tények a következők:

- A Dunaferri spirálcső terméke fokozatosan kiszorította mind a nagy átmérőjű, mind a kis átmérőjű távvezeték építéséhez felhasznált csövek importját.

- A Dunaferri spirálcső termékének minősége mindenkor versenyképes volt a világpiaci csőtermékek minőségével, amit igazol a belőlük épített távvezetékek hibátlan működése.

- A spirálcső üzemben példaértékű termelési kultúra fejlődött ki, ami megnyilvánult a mindenkori legkorszerűbb módszerek alkalmazásában, a gyártó és vizsgáló személyzet magas szintű minőség tudatában és az irányítás céltudatosságában.

- A vizsgálatintenzív gyártási technológia alkalmazásánál keletkező nagytömegű és pontos információ visszacsatolásával lehetővé vált a

vertikális technológiai lánc (acélglyártás – meleghengelés – csőgyártás) folyamatos javítása.

– A spirálcsőterméknél jelent meg legkorábban a minőségbiztosítás követelménye. Ezen a bázison kifejlesztett szabványos minőségbiztosítási rendszer tapasztalatai szolgálták alapul más Dunaferr társaságok minőségbiztosítási rendszerének fejlesztéséhez.

„... az ember kötelessége, hogy optimista legyen.
Mert, ha azt képzeled, hogy a jövő bizonytalan,
akkor cselekedni fog úgy, hogy a jövő jobb legyen.”

Teller Ede

Hivatkozások

- [1] Tar J.: Spirálisan hegesztett csövek automatikus ultrahangos vizsgálata. IV. Anyagvizsgáló Kongresszus, 1967. Budapest, pp. 623/632
 [2] Tar J., Lántzky J., Komlósy A.: Nerazrusajuscij kontrol szpiralnosovnik trud. Sztal 9 (1969), pp. 823/825.
 [3] Tar J.: Ultrazvukoj i rengenovszkij kontrol vizokoprocnik szpiralnosovnik trud. Sztal 11 (1972), pp. 1020/1025.

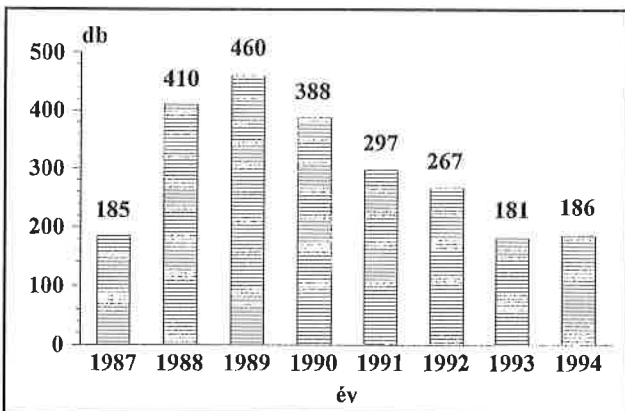
- [4] Tar J.: Spirálisan hegesztett acélcső ultrahangos vizsgálata. Doktori értekezés, 1973. 51 oldal, 47 ábra, 4 táblázat.
 [5] Tar J.: Computerized ultrasonic quality control system in the production of helical welded tubes. 8. World Conference on Nondestructive Testing, 1976. Cannes, 2 B/9, 1/7.
 [6] Tar J.: Computerized quality control system in the production of coil pipes. 10. World Conference on Nondestructive Testing, 1982. Moszkva, 6–21, 418/421.
 [7] Tar J., Tóth G.: Spirálcső-export a minőségi követelmények tükrében. Dunai Vasmű Műszaki-gazdasági Közleményei, XXII. 1982. (2), pp. 35/42.
 [8] Tar J.: Vállalati minőségbiztosítási feladatok kis átmérőjű, spirálisan hegesztett csövek gyártásának kifejlesztése során. Dunai Vasmű Műszaki-gazdasági Közleményei, XXIII. 1983. (1), pp. 51/56.
 [9] Tar J.: Ein Ultraschall – Qualitätsregelungssystem, Das Echo (1988) 33, pp. 21/22.
 [10] Tar J.: Minőségirányítási rendszerek a Dunai Vasműben, Minőség – Megbízhatóság, 1990. 4. szám, pp. 14/19.

Sugárvédelem az ipari radiográfiában Magyarországon

Dr. Jung József*

Bevezetés

Az Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat vezetőjétől kapott információ szerint 1994-ben 121 munkáltatónál dolgozó 594 ipari radiológus állt dozimetriai ellenőrzés alatt. [1] A radiológusok száma az utóbbi években jelentősen csökkent, szoros összefüggésben azzal, hogy az utóbbi fél évtizedben kisebb igény mutatkozott a radiográfiai tevékenység iránt. Jól példázza ezt az 1987 és 1994 között Magyarországon értékesített Ir-192 radiográfiai sugárforrások számának alakulása is. (1. ábra). [2, 3] A vizsgált időszakban a sugárforrások átlagos kezdeti aktivitása számottevően nem változott, és mintegy 1,7 TBq volt. [3]



1. ábra Az Ir-192 radiográfiai sugárforrások hazai felhasználása (1987–1994)

Az ipari radiológusok sugárvédelmi helyzetét számos tényező elemzése alapján lehet megítélni. Fontos befolyásoló szempont a radiográfiai munkaeszközök műszaki színvonala és állapota, a röntgenes és a gammasugaras, valamint a helyszíni és a laboratóriumbeli vizsgálatok aránya, a sugárvédelmi mérő- illetve jelzőeszközök mennyisége és minősége, valamint a sugárvédelem munkahelyi és hatósági szerveinek tevékenysége. E cikk terjedelme nem teszi lehetővé a fenti fontos kérdések elemzését, ezért mindössze a tevékenységre vonatkozó leg-

fontosabb szabályokkal, a dolgozók sugárvédelmi képzésével és a személyi dozimetriai néhány jellemző adatával foglalkozunk.

Az ipari radiográfia legfontosabb sugárvédelmi szabályai

Természetesen Magyarországon is a nemzetközi ajánlásokban szereplő dóziskorlátozási rendszer van életben [4, 5]. A sugárvédelem céljainak elérése azonban többféle módon is lehetséges. Magyarországon a sugárveszélyes tevékenység szabályai bizonyos esetekben szigorúbbak, bizonyos esetekben enyhébbek az európai normáknál.

1. táblázat:

Az ipari radiográfia legfontosabb dozimetriai határértékei Magyarországon

A korlátozandó mennyiség	Határérték
Röntgenberendezés szivárgó sugárzása a fókuszról 1 m-re, 150 és 200 kV közötti névleges feszültségnél	2,5 mGy/h
Röntgenberendezés szivárgó sugárzása a fókuszról 1 m-re, 200 kV névleges feszültség fölött	5 mGy/h
Defektoszkóp munkatartójának hozzáférhető felszínén a dózisteljesítmény a névleges aktivitás esetén	2 mGy/h
Defektoszkóp kivezélő szerkezetnél a dózisteljesítmény a névleges aktivitás esetén	12 mGy/h
Felvételezőhelyiség külső hozzáférhető helyén a dózisteljesítmény gamma-sugárzó izotóp esetén	2 µGy/h
Felvételezőhelyiség külső hozzáférhető helyén a dózisteljesítmény röntgensugárzás esetén, az idő-, az irány- és tartózkodási faktortól függően	2–20 µGy/h
Felvételezőhelyiség vezérlőjében a dózisteljesítmény a radiológus tartózkodási helyén	20 µGy/h
Alkalmi helyszíni radiográfiai vizsgálatnál a környezetben tartózkodó idegen személyek dózisa, ha a fenti lezárási határ nem teljesíthető	50 µGy
Izotóptárolók külső hozzáférhető felszínén a dózisteljesítmény – lakossági csoportok tagjaira – radiológusokra	2 µGy/h 20 µGy/h
Izotóptárolók belsejében a dózisteljesítmény a maximális aktivitású sugárforrások együttes jelenléte esetén	200 µGy/h

* Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Fővárosi Intézete

A sugárvédelmi szabályok közül a legkönnyebben a származtatott dozimetriai korlátok tekinthetők át. Ezek közül a legfontosabbakat tartalmazza az 1. táblázat.

A közölt adatokon kívül megemlítendő, hogy helyszíni gamma-sugaras vizsgálat esetén kollimátor alkalmazása kötelező. A sugárzás jelenlétére a lezárási határon elhelyezett táblákon és feliratokon kívül villogó sárga színű lámpákkal és /vagy hangjelzéssel is fel kell hívni a környezetben tartózkodók figyelmét.

A radiográfiai sugárforrások szállítására Magyarországon is az ADR előírásai az érvényesek.

A radiológusok sugárvédelmi képzése

Magyarországon az ipari radiológusok szakmai és sugárvédelmi képzése mindig együtt történt. Az 1975-ben bevezetett ötévente kötelező, vizsgaköteles szakmai képzéshez is kezdettől fogva hozzátartozott a sugárvédelmi továbbképzés.

A szakmailag háromfokozatú képzést Magyarországon 1984-ben vezették be. Lényegében ennek a rendszernek a tökéletesítését jelenti az EN 473:1993 európai szabvány átvétele. A magyarországi képzési óraszámok, amelyeket az ipari miniszter rendeletben határozott meg, jelentősen meghaladják a fenti szabványokban előírt minimális értékeket.

A sugárvédelem és a hozzá nagyon szorosan kötődő sugárfizika mindhárom képzési szint tematikájában szerepel az általános ismeretek között. Speciális magyarországi gyakorlat, hogy sugárvédelemből, a szakmai tárgytól elkülönülő, külön teszt- és szóbeli vizsgát kell tenni, a sugárveszélyes tevékenységet engedélyező és ellenőrző hatóság, az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat hivatalos képviselőjének felügyelete alatt.

Abban az esetben, ha valamely dolgozó alacsonyabb fokozatú radiológus képzettségének megszerzését követő öt éven belül nem szerez magasabb fokozatot, vagy már RT3 fokozatú, ötévenként kötelező részt vennie egy vizsgaköteles sugárvédelmi emlékeztető tanfolyamon, ahol az ismétlések mellett megismerkedik a sugárvédelem legújabb eredményeivel is.

Az egyes tanfolyamokon a sugárfizika és a sugárvédelem órásszámait a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

A magyarországi ipari radiológusok sugárvédelmi képzésének tanfolyami órásszámai

Tanfolyam	Sugárfizika	Sugárvédelem
RT1	10	16
RT2	8	8
RT3	6	8
Bármely szintű továbbképző	-	14

Az ipari radiológusok személyi dozimetriája

Magyarországon minden olyan ipari radiológus részére, aki 20 μ Gy/h dózisteljesítményt meghaladó sugárzási térben lehet, (tehát minden helyszíni vizsgálatot végző és/vagy defektoszkóppal tevékenykedő radiológus részére) kötelező a személyi dozimetria. Jelenleg egyetlen, hatóságilag elfogadott személyi dozimetriai szolgáltatást nyújtó intézmény van, az Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutatóintézet (OSSKI) által üzemeltetett Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat. A Szolgálat jelenleg fotográfiai filmek feketedésének kiértékelésével következtet a dozimétert viselő személy által elnyelt dózisra [6]. Az alkalmazott mérési módszerrel a személyi dózisok kimutatási határa kb. 0,1 mGy. A személyi dózisok feljegyzési szintjeként a 0,4 mGy-t választották. Az ipari radiológusok filmjeit 1982-ig havonta értékelték, azóta erre, anyagi megfontolások miatt, kéthavonta kerül sor.

Valamely exponált csoportra a személyi dozimetriai adatok statisztikai értékelése nagyon komoly feladat, s az igazán hű képhez hozzátartozik a személyi dózisok eloszlásának ismerete is. Ennek előrebocsátásával, tájékoztató jelleggel az ipari radiológusok dózisterhelésének néhány jellemző statisztikai adata:

Az 1984 és 1993 közötti időszakban az összes ipari radiológus éves dózisterhelésének nagyközépértéke 0,99 mGy (S.E.: 0,13 mGy) volt, míg a ténylegesen exponált, tehát a feljegyzési szint feletti kéthavi dózisokat kapott radiológusok éves dózisterhelésének nagyközépértéke 3,13 mGy-nek (S.E.: 0,30 mGy) adódott. A 10 éves adatok alapján a kapott éves egyéni dózisok (aszimmetrikus) eloszlásának centrális értéke, a medián, azaz a legnagyobb valószínűséggel kapott dózis 1,73 mGy, míg az ipari radiológusok kollektív dózisa a fenti 10 év alatt 10,3 személy Gy volt [7].

Ezek a dozimetriai jellemzők természetesen csak egyéb foglalkozási csoportok dozimetriai adataival összehasonlítva adnak értékelhető képet. A teljesség igénye nélkül elmondható, hogy az ipari radiológusok átlagos évi egyéni dózisterhelése többszöröse az egészségügyben dolgozóknál, kivéve a sugárterápiával foglalkozókat. Ezzel együtt messze alatta marad a dolgozók éves dóziskorlátjának, sőt teljesül az a kívánalom is, hogy valamely dolgozó kritikus csoport átlagos dózisterhelése ne érje el a vonatkozó dóziskorlát 1/10-ét.

Összefoglalás

Áttekintvén az ipari radiológusok sugárvédelmi helyzetének megítélésére szolgáló legfontosabb tényezőket, megállapíthatjuk, hogy a roncsolásmentes anyagvizsgálatok eme fajtáját végzők munkája biztonságosnak tekinthető. E biztonságot mindennél jobban tanúsítják a személyi dozimetriai eredmények, melyek arra is rámutatnak, hogy az ICRP 60. számú publikációja alapján hamarosan bevezetésre kerülő, a korábbiaknál szigorúbb dóziskorlátok várhatóan nem teszik szükségessé a radiográfiai tevékenységre vonatkozó eddigi szabályok alapvető megváltoztatását.

Hivatkozások:

- [1] Bojtor Iván (OSSKI): Személyes közlés
- [2] Lakatos M., Mangliár F., Jung J.: „Az Ir-192 radiográfiai alkalmazásának tendenciái Magyarországon”, XVIII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Balatonkenese, 1993., Előadáskivonatok.
- [3] Tyukodi Lajos (Izotóp Intézet Kft.): Személyes közlés
- [4] MSZ 836-1989 „Sugárzás elleni védelem műszaki röntgenmunkahelyeken”
- [5] MSZ 14349-1988 „Sugárzás elleni védelem ipari radiográfiai munkahelyeken”
- [6] Gy., Thék and I., Bojtor: „Application of an Automated System for Evaluating the Records of Individual Monitoring External Radiation Exposures”, Acta Phys. Hung. 59, 205-207. (1986)
- [7] Bojtor I., Sztanyik B. L.: „A Paksi Atomerőmű alkalmazottai külső sugárterhelésének összehasonlító értékelése az első 10 év tapasztalatai alapján”, Egészségtudomány, 39, 40-56. (1995)

A Csepeli Fémmű Rt. megvételre felajánlja durvaszerkezeti röntgen vizsgáló laboratóriumának berendezéseit, megtekintett állapotban:

Trakis MXR 150 felvételező, 5 mA/150 kV (gyártási év: 1979);

Seifert 150 körsugárzó, 10 mA/150 kV (1943);

Seifert képerősítoás átvilágító 10 mA/300 kV (1968), valamint egy

Ferránia 3M előhívó automata (1979).

Érdeklődni a 277-4060-as budapesti telefonszámon Szentmiklósi László anyagvizsgálatvezetőnél lehet.

Az ultrahangvizsgálati adatok elektronikus feldolgozása

A minőség és a vizsgálati követelmények

A vállalati minőségstratégia a minőség tartalmi lényegére alapozott, miszerint a vevő minden kívánságát teljesíteni kell. Így a minőség tartalmát a vevő és a gyártó (szolgáltató) megállapodása határozza meg. A gyártó ezt a minőséget és a vevő bizalmát a tanúsított minőségirányítási rendszerének működtetésével éri el. E rendszer alapjával az Európai Unióban is elfogadott ISO 9000 szabványsorozat szolgál.

A minőségirányítási rendszer a termék minőségét befolyásoló gyártási folyamat szabályozásának az eszköze. Tanúsított megléte az alapja a termékminőség tanúsításának, a minőségjegy és a termékvédjegy használatának.

A termék minősége döntően a mérhető mennyiségeken alapszik, melyeknek értékeit és tűréseit a műszaki előírások, a szabványok vagy a rendeletek rögzítik.

Mivel a termék minőségét jellemző mennyiségek ma már a gyártási folyamatba illesztett roncsolásmentes elven működő érzékelőkkel mérhetők, ezért a roncsolásmentes ellenőrzési és vizsgálati módszereknek a minőségirányítási rendszerbe illesztett alkalmazása jelentős mind a minőség biztosítása, mind a minőségköltségek csökkentése szempontjából.

A roncsolásmentes, például az ultrahangos vizsgálatokra vonatkozó műszaki előírásokat nem tekinthetjük elszigetelten, hanem csak valamely minőségirányítási rendszer részeként. Ezt figyelembe véve kell kitzújni a minőségcél – amely nélkül a vizsgálat ostoba! –, és meghatározni a vizsgálati technológiát, kiválasztani a megfelelő vizsgálóeszközt és előírni a vizsgálati képzettségét, – mindezek nélkül a vizsgálat eredménye lesz megkérdőjelezhető!

A vizsgálókészülékekre vonatkozó általános követelmények a már említett minőségnormákból eredeztethetők, mégpedig:

- a termékadatok teljes körű dokumentálása,
- a vizsgálókészülék jellemzőinek egyértelműsége,
- az összes mérési jellemző és eredmény visszakereshetősége,
- a műbizonylat szerinti vizsgálat megismételhetősége.

A Krautkrämer GmbH & Co. messzemenően figyelembe vette a készülékfejlesztések során a korszerű minőségirányítási rendszerből fakadó igényeket.

A Krautkrämer USD 10, USD 15, USK 7D, USN 50 típusú, digitális ultrahangkészülékeihez PC és nyomtató csatlakoztatható, és az UltraDoc plus felhasználói szoftverrel az ultrahangvizsgálati adatok az igények szerint kezelhetők és dokumentálhatók.

Tekintsük át cégünk készülékfejlesztése nyomán az ultrahangvizsgálati adatok dokumentálásának rövid fejlődéstörténetét és jövőjét.

Az ultrahangvizsgálati adatok dokumentálása — múlt – jelen – jövő

Dokumentálás az analog ultrahangkészülékekkel

Az első AVG-diagram (Abstand (távolság) – Verstärkung (erősítés) – Größe (nagyság)) 1959-ben jelent meg J. Krautkrämer munkája nyomán. Segítségével jó közelítéssel meghatározható az anyagban lévő valamely természetes reflektort (anyaghibát) helyettesítő körtárcsareflektor (KSR) mérete, figyelembe véve a távolságot, a hanggyengülést és a csatolást. (1. ábra) Az AVG-diagram vizsgálófej-típusonként, pl. merőleges, szögfej, más és más. A módszer bevezetésével – a hiba helyének és közelítő méretének ismeretében – lehetővé vált a hiba veszélyességének a megítélése is az akkortájt már ismertté vált törésmechanikai módszerekkel.

Az AVG-módszer korrek alkalmazása mindmáig igényli a vizsgálófejek és az ultrahangkészülék ellenőrzőtestekkel történő hitelesítését, a vizsgálandó anyag és az ellenőrzőtest anyaga közti átvitelkorrekció figyelembevételét, de a módszer- és készülékfejlesztés eredményeként egyre kevesebb időigényes feladat hárul a vizsgálóra. Röviden felidézve a fontosabbakat:

- az elektronikus mélység-kiegyenlítéssel már 1960 óta mód van a távolságfüggő visszhangcsökkenés kompenzálására, és így csak a hiba nagyságától függ a visszhang magassága
- a készülék képernyőjére helyezhető, meghatározott vizsgálófej-típusra, távolságtartományra és anyagra (hanggyengülési korrekció) használható AVG-skálák kidolgozása és forgalmazása 1967-től.
- az USL 35 típusú készülék kifejlesztése (1978) amely már fix programként tartalmazta a leggyakrabban használatos vizsgálófejekre érvényes távolságfüggvényeket, a hanggyengülési tényezővel változtatható kiértékelő-görbéket.

Az analog ultrahangkészülékekkel végzett vizsgálatok dokumentálására – az említett fejlesztések ellenére – csak manuális módszerek és képernyőfotózás volt alkalmazható a nyolcvanas évek közepéig.

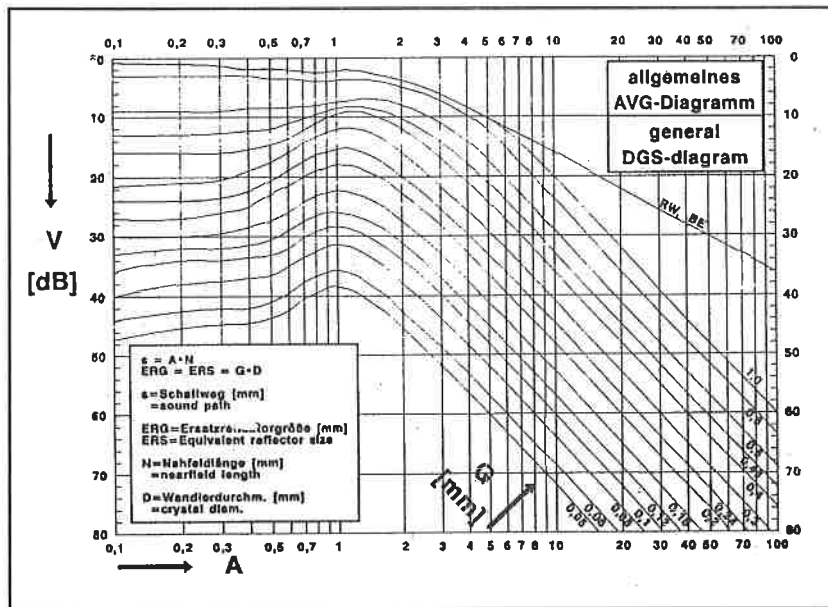
Dokumentálás a digitális ultrahangkészülékekkel

A vizsgálati adatok dokumentálása terén igaz áttörést a PC-technika viharos fejlődése hozott. 1986-ban kihoztuk az USL 32C típusú készülékünket, amely már rendelkezett digitalizált kimenettel és így a készülék az RS 232/V24 révén összekapcsolható volt a telepről is működő EPSON HX–30 számítógéppel és a HX–20 nyomtatóval is. Ezzel az adatgyűjtés, -tárolás és -feldolgozás, valamint az AVG-módszerrel történő kiértékelés és végül a dokumentáció elkészítése gyorsan és megbízhatóan elvégezhető volt.

Az USD 10 típusú, mikroprocesszorral vezérelt dialog ultrahangkészülékünk, amelyet 1987-ben mutattunk be, már tárolja valamennyi, a készüléken beállított és mért adatokat, amelyek az RS 232 kimeneten átvihetők PC-re és nyomtatóra. Így az adatfeldolgozás és a dokumentálás az igények szerint elvégezhető. Sőt, a készülékhez video-monitor is csatlakoztatható, amelyen a vizsgálat teljes menete figyelemmel kísérhető és ellenőrizhető, visszatérő vizsgálat esetén a vizsgálat eredménye a korábbival összehasonlítható.

Említésre méltó az USD 10 opciói is:

- az adattárolás és -kezelés 100 vizsgálati adat-készletre bővíthető
- a BT-Scan segítségével ábrázolható az idő függvényében, a fej mozgását követve a vizsgált darab keresztmetszete, és a folyamatos B-kép videón rögzíthető
- valós idejű figyelés, 0,1 mm-es felbontással; analog kimenet az első vagy a legnagyobb visszhangra az ANDSCAN kézi pásztázó szerkezet és a felhasználói program alkalmazásával lehetőség van a C-kép ábrázolására
- RF-out HF-kimenet külső frekvencia-analizátor csatlakoztatására, vagy a gyors Fourier-transzformációs program betöltéséhez ezzel felvehető és dokumentálható a vizsgálókészülék frekvenciaspektruma

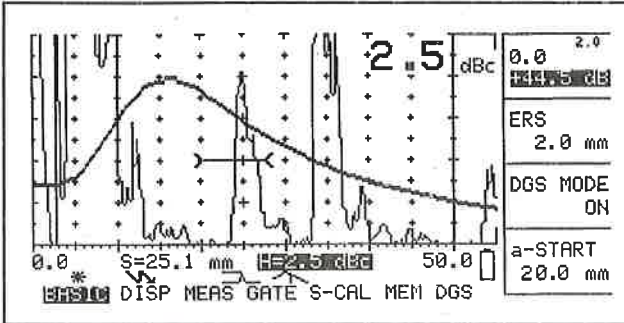


1. ábra. AVG-diagram az egyenértékű hibaméret meghatározására

– **AVG-USD 10** alkalmazási szoftver az AVG-értékeléshez a program szabványos ellenőrzőtestekhez rendelt AVG-adatkészletből áll, amely a PC-ből az USD 10 adattárolójába tölthető, a készülék elvégzi a mélységkiegénylést. Így a képernyőn a hiba és a regisztrációs határ közti dB-különbség közvetlenül leolvasható és dokumentálható.

Az **USN 50 AVG** típusú, 1994-ben forgalomba hozott digitális ultrahangkészülékünk (lásd a címlapon) az AVG-értékelést már integráltan tartalmazza, mégpedig: minden AVG-képes vizsgálófejre (jelenleg 13 fejre) érvényes AVG-görbe be van programozva és a kiválasztott regisztrálási-határ-görbe a képernyőn megjeleníthető; (2. ábra)

- minden anyagra, azaz *c* hangsebességre;
- tetszés szerinti ellenőrzési tartományra.



2. ábra. Hibakiértékelés az USN 50 AVG készülék képernyőjén. Pl.: a hiba-visszhang 2,5 dB értékkel nagyobb a regisztrálási határnál

További előny, hogy egyedileg figyelembe vehető az átviteli, a hanggyengítési, és az ellenőrzőtest miatti korrekció; lépésről lépésre áttekinthető a kezelés; az adatok eltárolhatók és a dokumentáció közvetlenül elkészíthető.

A Krautkrämer felhasználói szoftverjei

Felhasználói szoftverjeink figyelembe veszik a minőségbiztosításból és a termékfelelősségből származó követelményeket is, és segítik a felhasználót a vizsgálati adatok ellenőrzésében, kiértékelésében, az adatbank és a dokumentáció elkészítésében, továbbá lehetővé teszik a már bevezetett vizsgálati rendszer hálózatba szervezését és távvezérlését. A szoftverek beilleszthetők a gyártósorba is ellenőrzési és szabályozási feladatok ellátására.

Felhasználói szoftverjeink modul felépítésűek, DOS, Windows 3.1, OS/2 rendszerekben működtethetők és valamennyi RS 232 csatlakozású, USD 10, USD 15, USK 7D és USN 50 típusú digitális ultrahangkészülékeinkhez illesztettek.

Az UltraDoc programmal

– a vizsgálókészülék beállítási adatai átvihetők a PC-be az ASCII-Text-ként tárolásra és továbbfeldolgozásra;

– tetszés szerinti képernyőtartalom vihető át és IMG- vagy PCX-Format-ként tárolható és továbbfeldolgozható;

– tárolható a teljes készülékbeállítási és ellenőrzési adatkészlet és ismételt visszavihető a vizsgálókészülékbe.

A ParDAT felhasználói programmal archiválhatók és kezelhetők a vizsgálati adatok, és elláthatók kiegészítő információkkal, illetve célirányosan visszakereshetők, például káresetek elemzésekor, a készülékbeállítások reprodukálása, ellenőrzése céljából. A vizsgálati adatok és az A-képek átvihetők a PC képernyőjére összehasonlító elemzés és kinyomtatás céljából. Egyidejűleg több A-kép is megjeleníthető, például azonos helyek egymást követő vizsgálatainak összehasonlítására.

Az UltraDOC plus felhasználói szoftverünk

Windows alapú, és három modulból áll, mégpedig: – a vizsgálati adat-felvevő modul a készülék és a PC közötti adatcserét teszi lehetővé; az adatátvitel gyorsítható, ha előzetesen adatszerekcióit végzünk, például csak a jegyzőkönyvi adatokra szorítkozunk; az adatkészlet egyes csoportjai, pl. funkciók, A-képek, képernyő-tartalom más adatközlési formára

alakíthatók és elkülönítve tárolhatók; a vizsgálati adatok Windows-köztesen át más standard programba, pl. MS-EXCEL-be átvihetők;

– a jegyzőkönyvező modul a PC-re átvitt adatokat kezeli és a kiválasztott típusjegyzőkönyv szerint rendezzi; ellenőrzés után a jegyzőkönyv eltárolható, vagy kinyomtatható;

– a tervező modul az egyedi igények szerinti jegyzőkönyvezésre szolgál; segítségével a kívánt rajzok, pl. a vizsgált tárgyról, az A-képek, különböző feliratok, céglogók, a kiválasztott színnel beszerkeszthetők a jegyzőkönyvbe, amely kézre formázás után átvihető a jegyzőkönyvező modulba.

Egy képernyő-elrendezést mutat példaként a 3. ábra.

A jövő: RmV az Interneten

A fejlesztés iránya: a roncsolásmentes vizsgálatok digitalizált adatainak továbbítása az Internet számítógépes hálózaton keresztül.

A PC-k közötti adatforgalomhoz az Internet különleges szoftvereket fejlesztett ki, mint például az Internet Protocol (IP), vagy a Transmission Control Protocol (TCP).

Az Internet – mint ismeretes – nyitott rendszer, és jelenleg 60 országból naponta mintegy 40 millióan jelen a hálózaton.

Az RmV szempontjából a következő Internet lehetőségek vannak:

– **E-Mail** elektronikus posta PC-től PC-ig. Feltétel, hogy a feladó és a címzett PC közvetlenül, vagy egy központi számítógépen keresztül az Internetre legyenek kapcsolva.

– **FTP – File Transfer Protocol** az Internetre kapcsolt PC-k közötti adattár-átvitelre szolgál. Segítségével továbbíthatjuk a vizsgálati adatokat, A-képeket, az ultrahangvizsgálat menetét rögzítő video-felvételt (az USD 10, USD 15 készülékek esetén), szoftvereket. Az átvitel feltétele: a file text- vagy binary-file legyen, illetve megfelelő paranccsal, pl. binary, át legyen alakítva.

– **WWW – World Wide Web** világhálózatot a CERN – az európai részecskefizikai laboratórium – fejlesztette ki 1989-ben a kutatási eredmények és tapasztalatok országok közötti cseréjére. Ebben a HTTP – Hyper Text Transfer Protocol és a HTML – Hyper Text Markup Language rendszerek használó Internet-résztevők vehetnek részt.

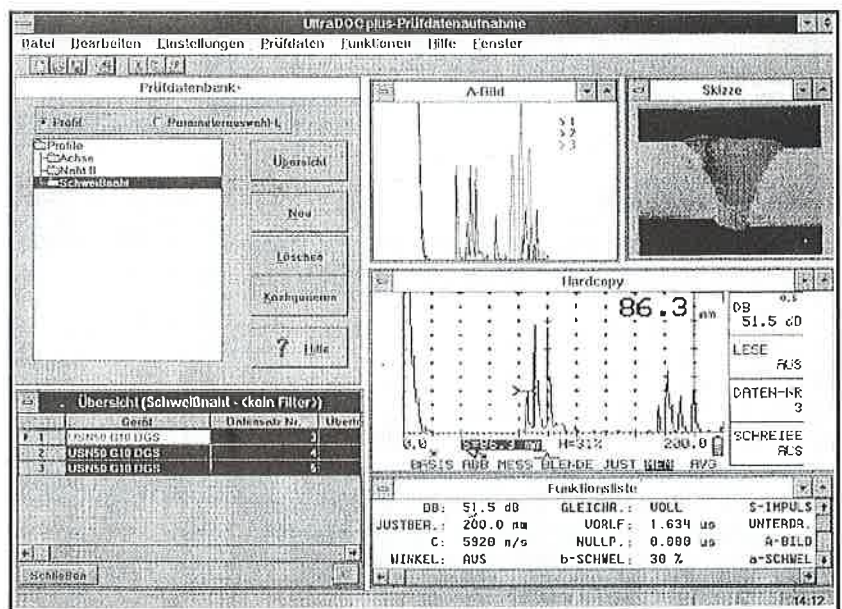
Krautkrämer az Interneten

A jövőben, terveink szerint, vevőink az Interneten keresztül hozzáférhetnek cégünk

- termékjegyzékéhez (műszaki adatok, tartozékok, Demo-SW)
- a Krautkrämer – Sonderdrucke kiadványához,
- tanfolyami programjainkhoz, továbbá
- az alkalmazási tapasztalatokhoz,
- a szoftver-újdontságokhoz,
- az ajánlatok és árak, a változások és a vásárlaptár rovatokhoz,
- a kérdések fóruma rovathoz.

A Krautkrämer GmbH. & Co. fejlesztési programjának célja, hogy a minőség ügyét szolgálva vevőink partnerei lehessünk a jövőben is!

U. Hoppenkamps



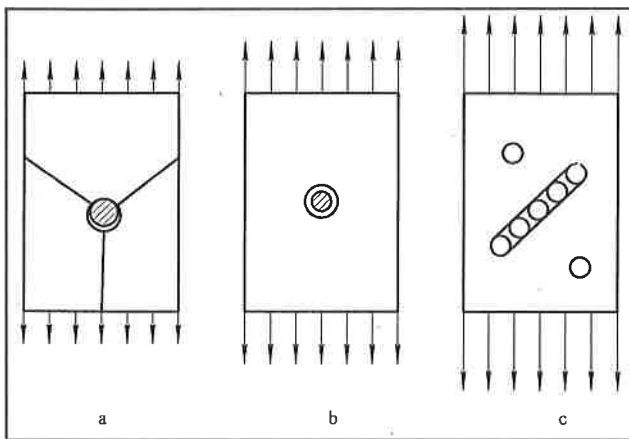
3. ábra. Példa az UltraDOC plus program képernyő-elrendezésére

Sima próbatest szakítóvizsgálata a módosított Gurson-féle szívós törési elmélet alapján

Dr.Krállics György* – Tatár Levente*

Bevezetés

A szívós törés jelenségének megértésében fontos szerepet játszanak a mikroüregek keletkezésével, növekedésével és összenövésével kapcsolatos fizikai folyamatok. Az üregek keletkezése elsősorban az anyagban lévő második fázisú kiválásokkal függ össze, amikor is az alakváltozás során az alapfém mátrixa és a második fázis kohéziós kapcsolata megszűnik (1.a.ábra). Az alakváltozás folyamán a mikroüregek növekednek (1.b.ábra), majd a terhelés egy kritikus állapotában a mikroüregek összenőnek (1.c.ábra) és egy makroszkopikus repedést alkotnak, amelynek megjelenése a szerkezet terhelhetőségének drasztikus csökkenését eredményezi.



1.ábra. Mikroüregek keletkezése (a), növekedése (b) és összenövése (c)

McClintok [1], Rice és Tracey [2] munkáira alapozva Gurson [3] dolgozott ki egy komplett elméletet porózus anyagok alakváltozására és törésére. Az elmélet jelentősége abban foglalható össze, hogy az alakváltozás hagyományos kontinuum-mechanikai leírás módját összekapcsolta az üregképződés és növekedés mikro-mechanikai folyamataival, vagyis különböző léptékű jelenségeket foglalt szerves egységbe, ezzel jelentősen hozzájárult egy új tudományterület a *continuum damage mechanics* (a károsodások kontinuum mechanikája) kialakításához.

Alapegyenletek

Gurson szerint a gömb alakú mikroüregeket tartalmazó testben a makroszkopikus feszültségek az alábbi folyási feltételt elégíti ki:

$$f = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_M^2} + 2f \operatorname{ch} \left(\frac{\sigma_{kk}}{2\sigma_M} \right) - 1 - f^2 = 0 \quad (1)$$

ahol σ_M – a hibátlan mátrix anyag egyenértékű feszültsége, σ_e – a makroszkopikus egyenértékű feszültség, σ_{kk} – a makroszkopikus feszültségtenzor első skalár invariánsa, f – a mikroüregek térfogati hányada.

Az anyagtörvény felírásakor a folyási elméletet alkalmazta. A makroszkopikus alakváltozási sebességtenzor két részből tevődik össze, a rugalmasból és a képlékenyből.

* BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Intézet

$$\xi_{ij} = \xi_{ij}^e + \xi_{ij}^p \quad (2)$$

A képlékeny alakváltozási sebesség az (1) folyási függvényből leszámaztatva

$$\xi_{ij}^p = \frac{1}{E_t} \frac{\partial \phi}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial \phi}{\partial \sigma_{kl}} \dot{\sigma}_{ij} \quad (3)$$

ahol E_t – a mátrix anyag $\sigma_M = \sigma_M(\epsilon_M)$ görbéjének tangens modulusa, $\dot{\sigma}_{ij}$ – a Cauchy-feszültségtenzor Jaumann-féle deriváltja.

Az elmélet egyik alapvető feltevése szerint a mátrixban és a makroszkopikus anyagban a disszipációs teljesítmény azonos, vagyis

$$(1-f)\sigma_M \dot{\epsilon}_M^p = \sigma_{ij} \dot{\xi}_{ij}^p \quad (4)$$

ahol $\dot{\epsilon}_M^p$ – az egyenértékű képlékeny alakváltozási sebesség a mátrixban.

Az üregfejlődés fizikai folyamata két részből áll.

$$\dot{f} = \dot{f}_{nu} + \dot{f}_{gr} \quad (5)$$

Az (5) egyenlet első tagja az üregképződés, a második tagja az üreg-növekedés sebességét határozza meg.

$$\dot{f}_{gr} = (1-f)\xi_{kk}^p \quad (6)$$

ahol ξ_{kk}^p – a makroszkopikus képlékeny alakváltozási sebességtenzor első skalár invariánsa

$$\dot{f}_{nu} = A \frac{E E_t}{E - E_t} \dot{\epsilon}_M^p + \frac{1}{3} B \sigma_{kk} \quad (7)$$

ahol E – a mátrix anyag rugalmassági modulusa, E_t – a mátrix anyag $\sigma_M = \sigma_M(\epsilon_M)$ görbéjének tangens modulusa, A, B – az üregkeletkezési folyamat szabályozó paraméterei.

Általánosan elfogadott, hogy az üregképződést vagy az alakváltozás, vagy a feszültség szabályozza. Chu és Needleman [4] szerint az első esetben az üregképződéshez szükséges alakváltozás normális eloszlást követ, amelynek középértéke ϵ_N , szórása s_N .

$$A = \left(\frac{1}{E_t} - \frac{1}{E} \right) \frac{f_N}{s_N \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon_M^p - \epsilon_N}{s_N} \right)^2 \right\}, \quad B = 0 \quad (8)$$

ahol f_N – a keletkezett üreg térfogati hányada.

Ha az üregképződést a feszültség szabályozza, az A, B paraméterek

$$A = B = \left(\frac{1}{E_t} - \frac{1}{E} \right) \frac{f_N}{s_N \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_M + \sigma_{kk} - \sigma_N}{s_N} \right)^2 \right\} \quad (9)$$

ahol σ_N, s_N, f_N jelentése a fentihez hasonló. Az (5) kifejezést integrálva a (6)–(9) egyenletek figyelembevételével a mikroüreg hányad aktuális értékét kapjuk, amely természetesen a darab különböző pontjaiban különböző értékű.

$$f = f_0 + \int_0^t \dot{f} dt \quad (10)$$

ahol f_0 – a kezdeti mikroüreg térfogati hányad.

Gurson eredeti elmélete nem foglalkozott a mikroüregek összenövésének problémájával, ami a szívós törés folyamatának egyik fontos eleme. Tvergaard és Needleman [5] úgy módosította a Gurson-féle elméletet, hogy az előbb említett jelenséget is beépítették egyenleteikbe. Ebben az esetben a folyási feltétel az alábbiak szerint alakult:

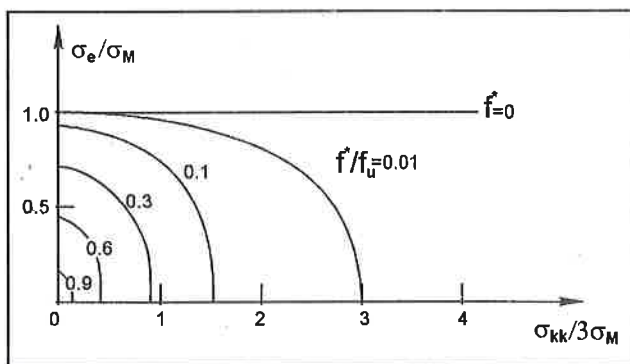
$$\phi = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_M^2} + 2f' \operatorname{ch}\left(\frac{\sigma_{kk}}{2\sigma_M}\right) - 1 - (q_1 f')^2 = 0 \quad (11)$$

ahol q_1 paraméter értéke Tvergaard szerint 1.5, az f' károsodási paraméter a következő:

$$f' = f \quad \text{ha } f \leq f_c$$

$$f' = f_c + \frac{f_u - f_c}{f_F - f_c} (f - f_c) \quad \text{ha } f > f_c \quad (12)$$

f_c azt a kritikus térfogati hányadot jelöli, amelynél a mikroüregek összenövése megkezdődik, f_F – mikroüreg térfogati hányad a törésnél, f_u – a károsodási paraméter a törésnél $f_u = 1/q_1$, ekkor a mátrix teherviselő képessége kimerül. A folyási felület megjelenítése látható a 2. ábrán, ahol jól érzékelhető a hidrosztatikus feszültség és az üregek hatása

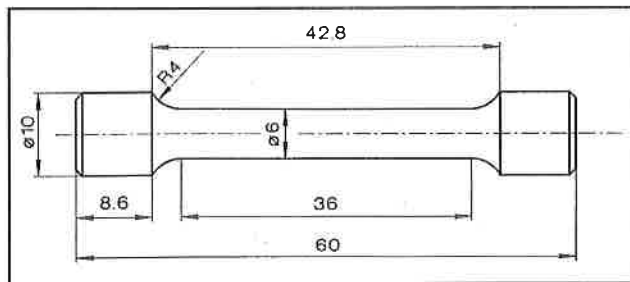


2. ábra Mikroüregekkel rendelkező test folyási felülete

A módosított Gurson-elmélet különösen az elmúlt évtizedben nagyon elterjedt szívós törési folyamatok vizsgálatára. Hét, fizikailag is értelmezhető paraméter segítségével ($q_1, f_0, f_c, \epsilon_N$ vagy σ_N, s_N, f_N) a mikroüreg-fejlődés folyamata összekapcsolhatóvá vált a makroszkopikus kontinuum-mechanika alapegyenleteivel.

Mérések, számítások

Jelen munkában ezt az elméletet alkalmaztuk sima szakító próbatest alakváltozási és törési folyamatainak elemzésére. A számításokhoz szükséges mérési eredmények egy nemzetközi együttműködés keretében megvalósított numerikus tesztsorozat adatbázisából származnak [5], ahol is a német 22NiMoCr37 jelű ferrites acél szakítását vizsgálták. A vizsgálathoz használt próbatest geometriája a 3. ábrán látható, a próbatestek szakítását statikus körülmények között végezték.



3. ábra Szakító próbatest geometriája

Az előzetes kísérletekből ismert volt a mátrixanyag keményedési görbéje, 4. ábra (a Bridgmann-féle korrekció figyelembevételével határozták meg), amit az alábbi függvényel közelítettünk:

$$\sigma_M = c_1 - c_3 + c_2 (\epsilon_M^p)^{c_4} + c_5 \exp(c_5 \epsilon_M^p) \quad (13)$$

Az egyenlet paraméterei az 1. táblázatban találhatók:

1. táblázat

A mátrixanyag alakítási szilárdsága egyenletének paraméterei

c_1 MPa	c_2 MPa	c_3 MPa	c_4	c_5
451	2232.599	7405.98	0.754	-0.272

A mikromechanikai paramétereket az irodalmi adatok figyelembevételével [7–9] vettük fel és értékeik a 2. táblázatban találhatók.

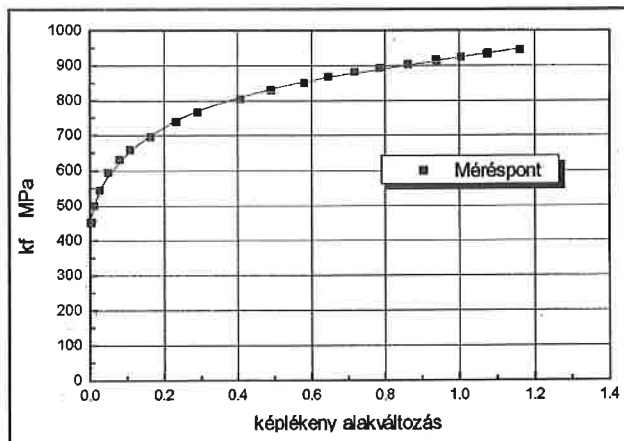
2. táblázat

Mikromechanikai paraméterek

q_1	f_0	f_c	f_F	ϵ_N	σ_N	f_N
1.5	0.0053	0.15	0.3	0.3	0.1	0.1

A szakítás számítógépes modellezésére nemlineáris feladatok megoldására szolgáló MARC [10] végeselemes rendszert használtuk, amely tartalmazza a módosított Gurson-féle elmélet alkalmazására szolgáló szubrutinokat. Egy teljes alakváltozási folyamat végigkövetése 350 számítási lépést (incrementet) igényelt.

A mikroüregek hatását kifejező modellen kívül a számításokat a hagyományos (mikroüreg nélküli) mechanikai modellel is elvégeztük. Az 3. ábrán látható próbatest-kialakítás azt eredményezte, hogy nem kellett a próbatest közepén egy mesterséges hibát bevinni a végeselemes hálóba ahhoz, hogy a kontrakciós folyamat elkezdődjön.



4. ábra Mátrixanyag alakítási szilárdság görbéje

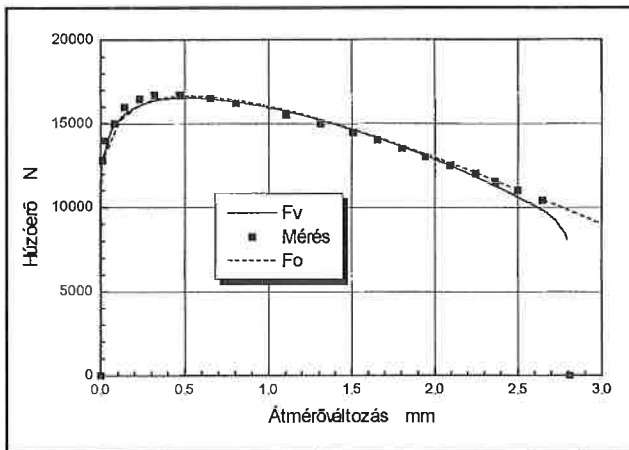
A számítási és a mérési eredmények összevetésére a húzóerő változásnak a próbatest legkisebb átmérőjének függvényében felvett diagramját használtuk (5. ábra). A mérési és számítási eredmények nagyon jó egyezést adtak, ugyanakkor a klasszikus mechanika alapján létrehozott modell nem volt képes a szakítási folyamat végét követni.

A módosított Gurson-féle modellel a repedés-keletkezés és terjedés folyamata is követhetővé vált, aminek a hatása a szakítási diagram menetének erőteljes megváltozásával van kapcsolatban (diagram vége).

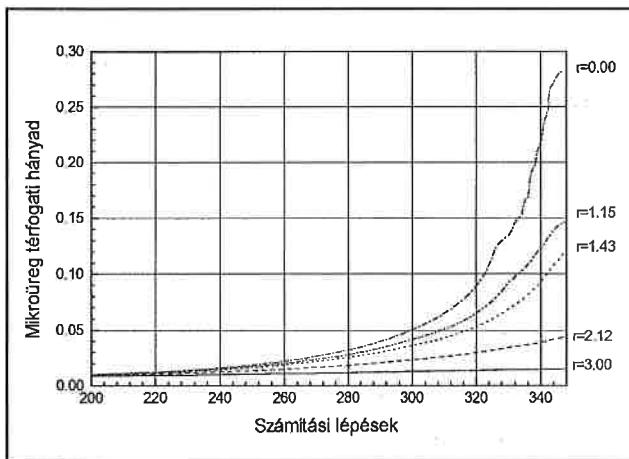
A feladat globális jellemzőin túl érdekes megfigyeléseket lehetett tenni a lokális mennyiségekre is. Az alakítási folyamat előrehaladásával

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

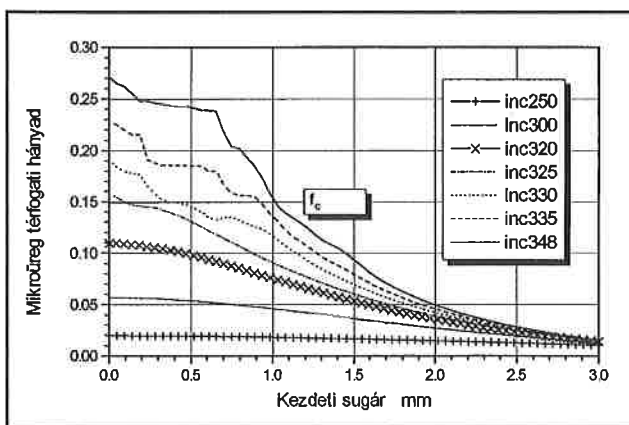
a mikroüregek eloszlása és mennyisége jelentősen változott (6.ábra). Jól érzékelhető ez a változás a 7.ábrán, ahol a próbatest legkisebb keresztmetszetében mutatjuk be a mikroüreg-eloszlást a szakítási folyamat különböző állapotaiban. Amint a próbatest valamely pontjában a mikroüreg hányad eléri az f_c értéket, az adott görbén törés figyelhető meg. A mikroüreg térfogati hányad próbatesten belüli eloszlása látható a 8. ábrán.



5.ábra A mért és számított húzóerő (F_o -károsodás nélküli eset, F_v -károsodásos eset) és a szakítópróbatessz átmerőváltozásának kapcsolata

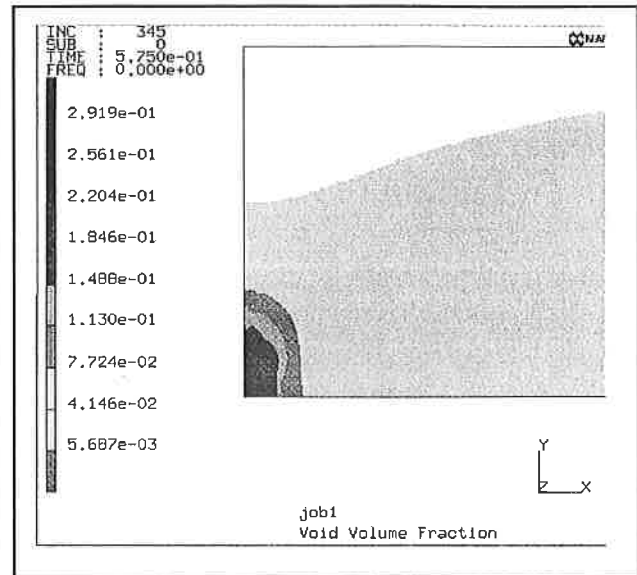


6.ábra A próbatest legkisebb keresztmetszetéhez tartozó pontjaiban a mikroüreg térfogati hányad változása a számítási lépések során



7.ábra A mikroüreg térfogati hányad változása a próbatest legkisebb keresztmetszetében a számítási folyamat különböző lépéseinél.

A 7.ábrán értelmezhető a mikroüregek hatására keletkezett repedés terjedése is. A repedés pillanatnyi hossza az f_c törési mikroüreg hányaddal jellemezhető.



8.ábra Mikroüreg térfogati hányad eloszlása a 340. számítási lépésnél

Összefoglalás

A szakítóvizsgálati mérések és a végeelemes számítások összevetése és a közöttük levő nagyon jó megegyezés azt bizonyítja, hogy a károsodás jelenségének bekapcsolása az alakítási folyamat modellezésébe fizikailag megalapozottabbá és numerikusan pontosabbá teszi a matematikai modellezést.

Irodalom

- [1] McClintock, F.A. A Criterion for Ductile Fracture by the Growth of Holes. Journal of Applied Mechanics, Vol.35,1968, pp. 363-371.
- [2] Rice, J.R. and Tracey, D.M., On the Ductile Enlargement of Voids in Triaxial Stress Fields. Journal of Mechanics and Physics of Solids, Vol.17, 1969, pp. 201-217.
- [3] Gurson, A.L., Continuum Theory of Ductile Rupture by Void Nucleation and Growth: Part I-Yield Criteria and Flow Rules for Porous Ductile Media. Journal of Engineering Materials and Technology. Vol.99, 1977, pp. 2-15.
- [4] Chu, C.C. and Needleman, A., Void Nucleation Effects in Biaxially Stretched Sheets. Journal of Engineering Materials and Technology. Vol.102, 1977, pp. 249-256.
- [5] Tvergaard, V. and Needleman, A., Acta Metallurgica, Vol.32,1984, pp.157
- [6] Numerical Round Robin on Micromechanical Models. Technical Committee 8, Numerical Methods, of the European Structural Integrity. IWM-Bericht T 8/95.
- [7] Tvergaard, V. and Needleman, A., Analysis of the Cup-cone Fracture in Round Tensile Bar. Acta Metallurgica. Vol.32, 1984, pp.157-169.
- [8] Needleman, A., and Tvergaard, V., An Analysis of ductile rupture in notched bars. Journal of Mechanics and Physics of Solids. Vol.32. 1984, pp.461-490.
- [9] Ritchie, R.O., Knott, J.F. and Rice, J.R., On the relationship between critical tensile stress and fracture toughness in mild steels. Journal of Mechanics and Physics of Solids. Vol.21. 1973, pp.395-410.
- [10] MARC User Information, MARC Analysis Research Corporation, 1994.

ARC-MET 900 mobil spektrométer alkalmazása és elemzési tapasztalatok

Kovács Lajosné* – Özse József* – Varjúné B. Ilona*

Bevezetés

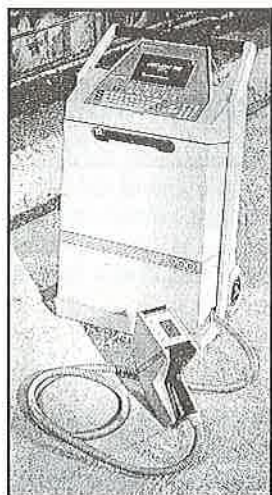
A Paksi Atomerőmű Rt. minőségbiztosítási rendszere megköveteli, hogy minden berendezés, alkatrész, csővezeték, tartály stb. minőségi bizonylattal ellátott legyen és ez a bizonylat tartalmazza az alapanyag (ötvözetlen vagy ötvözött acél) kémiai összetételére vonatkozó információkat is. Mivel az erőmű szövet szállítás, egyes – a nukleáris biztonságot közvetlenül nem érintő – berendezéseknél a dokumentáció hiányos volt. Ezt a hiányt az építkezés, az üzembe helyezés során a helyszínen működő laboratórium (Erőkar) a beérkezés során a megrendeléseknél megfelelően pótolta, de ennek ellenére is maradtak hiányosságok, amelyeket folyamatosan fel kell számolni.

A műbizonylatokat pótló, kémiai összetételre vonatkozó vizsgálatok elvégzésénél meghatározó tény, hogy a vizsgálandó acélok már beépítettek, a technológiai rendszerek részei és nem megengedhető a vizsgálati célból történő roncsolásuk. Szükség volt egy olyan hordozható, kis méretű spektrométerre, amellyel teljes körű, szabvány által meghatározott vizsgálatot lehet végezni. Az 1. táblázatban felsorolt műszerek közül választottunk.

1. táblázat

Ajánlatok

A műszer neve	Gyártó	Forgalmazó	Detektálási mód
QUANTOPORT	FISONS Instruments ARL	LABCO Laboratórium-technika Kft.	foltomultiplierek
SPECTROPORT	SPECTRO Analytical Instruments	INTERELEKTRONIK Szövetkezet	foltomultiplierek
ARC-MET 900	OUTOKUMPU Instruments	TESTOR Műszaki Kereskedelmi Bt.	fordiódásor



Az ARC-MET 900 választásának oka:

- a fordiódásor adta rugalmasság,
- lehetőség a kén- és foszfortartalom mérésére is, amit a többi műszer nem tud,
- kompakt felépítésű,
- jól lezárható, szükség esetén könnyen tisztítható, masszív készülékház.

A műszerszállítás időpontja: 1994. július 15.

Kísérleti rész

ARC-MET 900 típusú mobil spektrométer analitikai mérési pontosságát vizsgáltuk ötvözött és ötvözetlen acélokon azon célból, hogy mennyire alkalmas minőségi bizonylatokat pótló vizsgálatok pontos elvégzésére.

* Paksi Atomerőmű Rt. Vegyészet Osztály

A kiválasztott ötvözetlen és króm-nikkel ötvözésű ausztenites acélokon összehasonlító elemzéseket végeztünk. A mérések jóságának megítéléséhez certifikált standardokat használtunk.

Az alkalmazott műszerek

- ARC-MET 900 spektrométer: szaggatott egyenáramú ív, volfram elektróda, argon atmoszféra, fotodiódásor detektálás (λ 185–345 nm)
- AAS Perkin-Elmer 2280
- ICP OES Spectroflame (SPECTRO)
- LECO CS-125 szén- és kéntartalom meghatározó

A használt etalonok

Az etalonokat (standardokat) összetételükre nézve úgy választottuk meg, hogy azok megfeleljenek a laboratóriumban általában és leggyakrabban vizsgált acélok összetételének.

A 2. táblázat az acélfajtákat, a 3. táblázat pedig a vizsgálatba bevont etalonok összetételét szemlélteti.

2. táblázat

Az összehasonlító mérőeszozaiba bevont acélminőségek

Acélfajta	KO36Ti	XH35BT	KO11	CMo3	A38B	S101
Si	max. 1.0	max. 0.8	max. 1.0	0.17–0.37	0.12–0.60	max. 0.35
Mn	max. 2.0	max. 1.0	max. 1.0	0.50–0.80	max. 0.60	max. 0.35
Cr	17.0–19.0	20.0–23.0	12.0–14.0	0.90–1.20	max. 0.30	max. 0.20
Ni	8.0–11.0	35.0–39.0	max. 0.60	–	max. 0.40	max. 0.25
Mo	max. 0.50	–	–	0.15–0.30	max. 0.15	–
Cu	max. 0.30	–	max. 0.30	–	max. 0.30	–
Al	–	max. 0.50	–	–	–	–
Ti	5xC–0.8	0.70–1.20	–	–	–	–
V	max. 0.20	–	max. 0.20	–	–	–
W	max. 0.30	2.80–3.50	max. 0.30	–	–	–
C	max. 0.12	0.06–0.12	0.16–0.25	0.30–0.37	max. 0.23	0.95–1.04
S	max. 0.030	max. 0.020	max. 0.030	max. 0.035	max. 0.055	max. 0.030
P	max. 0.045	max. 0.030	max. 0.045	max. 0.035	max. 0.030	max. 0.030

3. táblázat

Az összehasonlító mérőeszozatnál használt etalonok

Etalon	BS85D	BS187	H2	A16/1	A19
Si	0,55	0,24	0,42	0,55	0,33
Mn	1,69	0,46	0,91	1,13	0,84
Cr	17,09	19,81	15,0	1,45	1,04
Ni	10,03	34,10	0,31	0,92	0,11
Mo	0,59	2,10	–	0,062	0,012
Cu	0,45	3,26	0,35	0,25	0,11
Al	0,13	0,008	–	0,10	0,10
Ti	0,48	0,002	–	0,08	0,23
V	0,134	0,059	–	0,44	0,34
W	–	–	0,5	–	–
C	0,049	0,025	0,42	0,36	0,22
S	0,024	0,002	–	0,023	0,016
P	0,025	0,018	0,02	0,063	0,019

A kísérlet lényege

Az ARC-MET 900 spektrométer által felkínált mérési módok közül kiválasztottuk az ún. analitikai üzemmódot és a műszerrel ellátott, illetve saját készítésű kalibrációs görbék alapján kapott vizsgálati eredményeket összehasonlítottuk más-más műszerrel kapott eredményekkel, vagy a felsorolt etalonok értékeivel. Vizsgálataink főleg a karbon-, a kén- és a foszfortartalom mérési pontosságának meghatározására terjedt ki, mivel a műszer fotodiódásor adta kén- és foszfortartalom mérési lehetősége és pontossága érdekelt elsősorban. Másodsorban vizsgáltunk néhány ötvöző fémet.

A karbon- és a kéntartalomnál az összehasonlítást LECO CS-125 spektrométerrel végeztük, a foszfortartalmat standardhoz viszonyítottuk, a fémötvözők mérési eredményeit AAS és ICP OES műszerekkel mért eredményekhez hasonlítottuk.

Eredmények

Táblázatosan közöljük a karbon- (4. táblázat), a kén- (5. táblázat) és a foszfortartalomra (6. táblázat) kapott adatokat. A 7., 8. és a 9. táblázatban néhány fémötvöző vizsgálati eredményeit foglaltuk össze.

A karbontartalom mérési adatai

4. táblázat

Vizsgált anyagok	Szabvány-előírás	LECO átlag	ARC-MET	
			átlag	szórás
A38B	max. 0.23	0.173	0.190	0.00756
S101	0.95–1.04	1.065	1.060	0.03042
CMo3	0.30–0.37	0.380	0.400	0.00882
KO11	0.16–0.25	0.184	0.180	0.00883
KO36Ti	max. 0.12	0.060	0.060	0.00321
XH35BT	0.06–0.12	0.046	0.064	0.00240

A kéntartalom mérési adatai

5. táblázat

Vizsgált anyagok	Szabvány-előírás	LECO átlag	ARC-MET	
			átlag	szórás
A38B	max. 0.055	0.033	0.0380	0.00263
S101	max. 0.030	0.006	0.0025	0.00130
CMo3	max. 0.035	0.019	0.0050	0.00244
KO11	max. 0.030	0.014	0.0180	0.00180
KO36Ti	max. 0.030	0.026	0.0200	0.00024
XH35BT	max. 0.020	0.004	0.0021	0.00029

A foszfortartalom mérési adatai

6. táblázat

Vizsgált standardok	Standard érték	ARC-MET	
		átlag	szórás
BS85D	0.025	0.023	0.00308
BS187	0.018	0.016	0.00188
H2	0.020	0.024	0.00024
A16/1	0.063	0.077	0.01397
A19	0.019	0.012	0.00024

7. táblázat

A mangántartalom összehasonlító méréssorozata

Vizsgált elem	Mn				Szabvány-előírás
	Alk. műszer	SPECTRO	ARC-MET	ICP	
A38B	0.44	0.37	0.38	0.39	max. 0.60
S101	0.21	0.15	0.16	0.18	max. 0.35
CMo3	0.76	0.69	0.69	0.73	0.50–0.80
KO11	0.68	0.68	0.62	0.61	max. 1.0
KO36Ti	0.66	0.66	0.69	0.66	max. 2.0
XH35BT	1.59	1.59	1.59	1.56	max. 1.0

8. táblázat

A krómtartalom összehasonlító méréssorozata

Vizsgált elem	Cr				Szabvány-előírás
	Alk. műszer	SPECTRO	ARC-MET	ICP	
A38B	0.15	0.11	0.13	0.13	max. 0.30
S101	0.11	0.08	0.08	0.09	max. 0.20
CMo3	1.15	1.00	1.05	1.10	0.90–1.20
KO11	12.82	14.36	13.01	13.73	12.0–14.0
KO36Ti	17.46	17.08	17.58	17.84	17.0–19.0
XH35BT	15.54	13.89	14.94	14.34	20.0–23.0

9. táblázat

A nikkeltartalom összehasonlító méréssorozata

Vizsgált elem	Ni				Szabvány-előírás
	Alk. műszer	SPECTRO	ARC-MET	ICP	
A38B	0.11	0.09	0.10	0.09	max. 0.40
S101	0.09	0.11	0.08	0.07	max. 0.25
CMo3	0.09	0.05	0.07	0.06	–
KO11	0.17	0.20	0.18	0.17	max. 0.60
KO36Ti	9.89	10.03	9.39	9.90	8.0–11.0
XH35BT	34.90	36.29	34.36	33.89	35.0–39.0

Értékelés

A 4–9. táblázatok adatait figyelembe véve megállapítható, hogy az ARC-MET 900 spektrométer alkalmas akár analitikai pontosságú mérések elvégzésére is.

A mérések pontossága, reprodukálhatósága laboratóriumi vizsgálatoknál is mindig függ a vizsgált minta homogenitásától, a vizsgálandó felület előkészítésétől, a kalibráló standardok összetételétől (mátrixhatás), a jól megválasztott kalibrációs görbétől stb.

A hordozható spektrométerek esetében természetesen mindezekre fokozottan kell figyelni, mivel még a környezet változó hőmérséklete is pontosságot rontó tényezőként hathat.

A gondosan előkészített mintán, jól megválasztott mérési paraméterekkel, megfelelően felépített kalibrációs görbékkel jó mérési eredményeket lehet elérni, amelyek alkalmasak minőségi bizonylatok kiadására is.

A szén hamutartalmának meghatározása korszerű XRF-módszerrel

Dr. Lehofer Kornél – Papp Balázs* – Rátki Sándorné** – Szigethy Istvánné**

Helyzetkép

A szén optimális hatásfokú elégetése adott tüzelőberendezésben mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból meghatározó jelentőségű. A bányából kikerülő szén, az eltüzelését megelőző osztályozó, dúsító, portalanító műveletek ellenére, változó minőségű és meddőtartalmú. A szén fűtőértéke a meddő részarányától függően változik. A szén hamutartalma, fűtőértéke, az elégetéséhez szükséges légmennyiség és salakjának olvadáspontja mind olyan jellemzők, amelyek meghatározott értékhatárok között tartása a viszonylagosan egyenletes kazánüzemet biztosítja.

A vértesi erőmű napi szénigénye 7000 t. A szén előírt fűtőértéke 9300–12000 kJ/kg, amelyet az előzetesen osztályozott, legfeljebb 40 mm darabnagyságú és minőségre ellenőrzött széndepókból keveréssel biztosítunk nyolcórás átlagértékként.

A szállítózsalagról az automatizált mintavevő hat percenként 20 kg mintát vesz. Az 1 kg-os, ún. nyolcórás átlagmintát az összegyűlt minta többszörös negyedelésével különítjük el, majd daraboljuk és őröljük úgy, hogy a 0,2 mm-es lyukbőségű szitán maradék nélkül átessen. Ebből a mintából – az eddigi gyakorlat szerint – határozzuk meg a szén

- hamutartalmát 815 ± 15 °C-on tökéletes elégetéssel,
- fűtőértékét kalorimetrikusan.

Az elégetés után visszamaradt hamuból nedves kémiai módszerekkel határozzuk meg a hamualkotókat, rendszerint a Si-, Fe-, Al- Mg-, Ca- és S-tartalmat.

Ez a vizsgálati gyakorlat kielégítően pontos eredményeket ad, ám nehézkes, idő- és költségigényes.

Aszén összetételéből korrelációs összefüggésekkel meghatározható a szén fűtőértéke, hamutartalma és egyéb jellemzője, ám ennek az előnye csak akkor használható ki, ha az elemzés időtartama jelentősen lecsökkenthető a jelenlegi nedves kémiai módszerekéhez képest.

Ez a cél a korszerű XRF-elemző rendszerbe szervezett alkalmazásával érhető el.

Az X-MET 880 típusú, XRF-elemző

A Vértesi Erőmű Rt. szénminőség-ellenőrző rendszerébe egy korszerű, a finn Metorex cég által gyártott, X-MET 880 típusú XRF-elemzőt állítottunk üzembe, amellyel a 0,2 mm-nél finomabb szemmagyságú szénporból 4 percen belül elvégezhető az elemzési ügy, hogy a készülék, a kalibráláskor megválasztott programtól függően, az ered-

ményt közvetlenül hamutartalomban, vagy fűtőértékben jeleníti meg digitálisan, illetve ki is nyomtatja.

A kompakt felépítésű, számos konstrukciós, mérés technikai és jelfeldolgozási ötletet hasznosító, asztali XRF-készülék jól beilleszthető a minőségellenőrzési rendszerbe (1. ábra). A két mérőhelyes, az elemzési feladathoz gerjesztő forrásként célszerűen Fe-55 és Cm-244 röntgensugárzó izotóppal és a 256-csatornás analízatorra csatlakozó proporcionális számlálóval, jó mérési hatásfokú elrendezést megvalósító rendszerrel a $Z = 13$ rendszámú Al-tól kezdve, az egyes elemek, a mérés szempontjából kedvező K_{α} -karakterisztikus röntgensugárzásának intenzitása energiaszelektíven, a beépített mikroszámítógéppel vezérelve mérhető és kiértékelhető. A spektrum megjelenítéséhez, vagy a további adatfeldolgozáshoz külső terminál csatlakoztatható RS-232C interfésszel az elemzőhöz.

Elemzési tapasztalatok

A közelmúltban rendszerbe állított X-MET 880 elemzőt először a hamutartalomra, az MSZ KGST 1461-78 szerinti elégetéssel megvizsgált szénpormintákkal kalibráltuk úgy, hogy a legfeljebb 0,2 mm szemmagyságú szénporból a Fe-55 gerjesztő forrással Al-ra, Si-ra, S-re és Ca-ra, illetve a Cm-244 forrással Fe-re mért intenzitásokból az értékelő program a Si-ra és a Ca-ra másodfokú tagokat is tartalmazó polinomot a legkisebb négyzetek módszerével, közvetlen hamutartalmat számítva illesztett. Az ismeretlen hamutartalmú szénminta elemzését az így meghatározott kalibrációs függvényt használva hajtja végre az elemző program. A tiszta elemzési idő: $2 \times 1,5$ min. Az elemzést az is gyorsítja, hogy elmarad a tömegmérés, mivel elegendő a telítési rétegvastagságot meghaladó töltési térfogat betartása.

A 2. ábra a kalibráláshoz használt szénminták elégetéssel és XRF-módszerrel mért hamutartalmának kielégítő egyezését szemlélteti. Figyelembe kell venni, hogy az elégetéssel szabványos módszer hibája is legalább $\pm 0,5\%$.

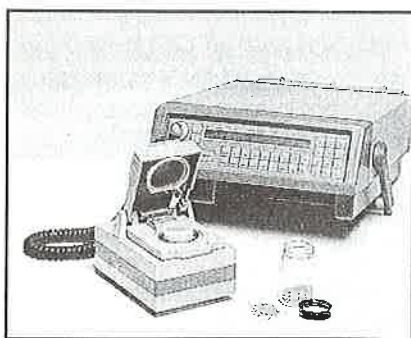
Az elégetéssel kapott hamutartalmat pontos értéknek tekintve, az XRF-módszerrel mért hamutartalom eltéréseinek eloszlását a 3. ábra szemlélteti.

A hamuelemzés reprodukálhatósága az XRF-módszerrel mérve $\pm 0,3$ százalék a 40–50%-os tartományba tartozó mintákon mérve. A hamutartalom $\pm 0,3\%$ -os reprodukálhatósága fűtőértékre átszámítva ± 91 kJ/kg értéknek felel meg, alapul véve az F fűtőérték és a h % hamutartalom közti, $F = -303 \cdot h + 23628$ kJ/kg, igen szoros korrelációt ($r = 0,9999$).

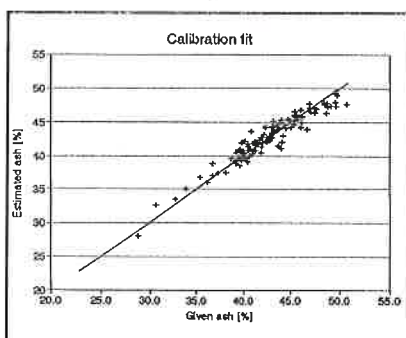
A viszonylag rövid idő alatt szerzett elemzési tapasztalatok igazolták az XRF-módszertől remélt előnyöket, de további módszertani finomításokra még szükség van.

* Testor Bt

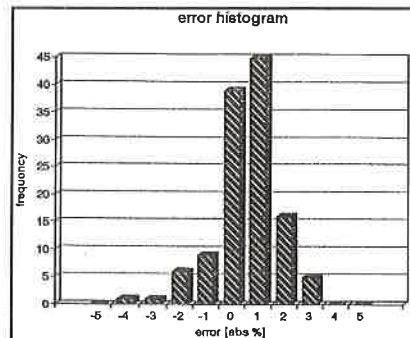
** Vértesi Erőmű Rt.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

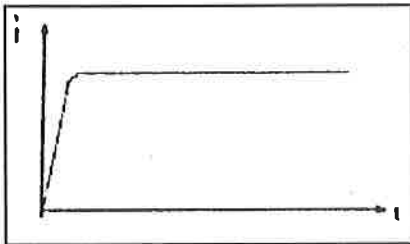
Oldott és nem oldott Al és B optikai emissziós spektrometriás meghatározása acélokban csúcsintegrálás módszerével

Dr. Gh. Vlaicu – F. Pirsan – P. Nicolae*

Elméleti alapok

Az argonközegben megvalósított szikragerjesztéses optikai emissziós spektrometria a fémanalitikában széles körben elterjedt eljárás. A módszer alapját az a feltételezés adja, miszerint a mintából kipárolgó egyes komponensek arányosak az átlagos kémiai koncentrációval, amiáltal a plazma összetétele arányos a mintáéval.

Az esetben, ha egy elem (pl. az Al) teljesen oldott állapotban van egy másik anyagban, mátrixban (pl. a vasban) akkor az idő függvényében ábrázolt spektrális intenzitás görbéje, a gerjesztési görbe, az 1. ábra szerinti alakú.



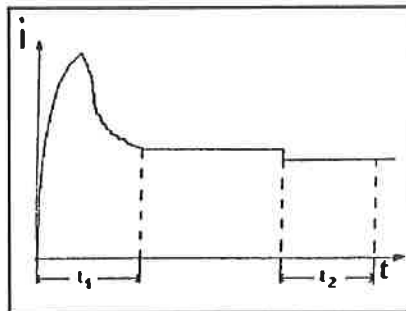
1. ábra A szilárd oldatban lévő elem gerjesztési görbéje

Ha egy adott kémiai elem csak részben oldott, illetve egy része nem alkot szilárd oldatot a mátrixanyaggal, a szikrázási folyamat elején a kisülés kitüntetett helye a fémszárvány és a mátrixanyag határfelületén van. A zárványok szétrombolásával és az anyag elpárolgásával, a zárványban lévő elemek esetében, a kisülés nagyobb spektrális intenzitást eredményez mint a stacionárius fázisban kapott átlagintenzitás. Mindez addig érvényes, amíg a zárványok térfogata jelentősen kisebb, mint a kisülési kráterből összesen kipárolgott anyag térfogata.

A szikrázási folyamat további részében a zárványok az újraolvasztott rétegben apró, finom zárványokra bomlanak (<0.1 μm), amelyek vagy egyenesen oszlanak el, vagy feloldódnak. Ebben az állapotban a spektrális intenzitás független attól, hogy a kémiai elemek milyen formában vannak összekapcsolódva, és arányos a minta átlagos koncentrációjával.

Megfigyelhető a gerjesztési görbe tanulmányozása során, hogy egy nem oldott elem esetében egy csúcs jelenkezik, ami hiányzik egy teljesen oldott elem esetében (2. ábra).

A HEPS-technika, valamint az adatok feldolgozásának segítségével lehetséges a csúcs intenzitásának mérése és korrelálása a stacionárius szakasz intenzitásával, ami lehetővé



2. ábra A kiválásokban lévő elem gerjesztési görbéje

teszi egy-egy kémiai elem oldott és nem oldott részének a meghatározását.

Analitikai program – kísérleti eredmények

Az acélokban lévő oldott illetve nem oldott komponensrészek számítására használt összefüggések a következők:

$$EL_{sol} = F \cdot EL_{tot} \quad (1)$$

$$F = [I_{nor} \cdot a + b] / I_{en} \quad (2)$$

$$EL_{ins} = EL_{tot} - EL_{sol} \quad (3)$$

amelyekben:

EL_{sol} egy adott elem oldott részének %-os koncentrációja,

EL_{tot} az adott elem %-os összkoncentrációja,

EL_{ins} az adott elem nem oldott részének %-os koncentrációja,

I_{en} a szikraforrás maximális energiatétele mellett (0 kondíció) t_1 időben kapott $[I(EL) / I(Fe)]_0$ spektrális intenzitás arány,

I_{nor} a szikraforrás normál energiatétele mellett (2 kondíció) t_2 időben kapott $[I(EL) / I(Fe)]_2$ spektrális intenzitás arány,

a, b a szikraforrás két kondíciója közötti kapcsolati együtthatók.

A kísérleti eredményeket egy ARL 3460-as OES spektrométerrel nyertük. Az elemek összkoncentrációja ismert, mert a spektrométert már kalibráltuk.

Kísérletileg meghatároztuk Al és B esetében a t_1 idő az a és b együtthatók értékeit.

Ezen értékek meghatározásához az MBH 2181–2186 spektrometriai hiteles anyagminta-sorozatot használtuk, amelyekben nedves-kémiai módszerekkel lettek meghatározva az Al illetve a B oldott és nem oldott koncentrációi.

A hiteles anyagmintákat szilíciumkarbid-alapú csiszolópapírral készítettük elő, hogy a fémfelület esetlegesen Al_2O_3 -dal való szennyeződését elkerüljük.

Végül csúcsintegrációs módszerrel kiszámítottuk az Al és a B oldott és nem oldott részének koncentrációit az adott hiteles anyag-

minta-sorozatra, és az eredményeket összehasonlítottuk a bizonyított értékekkel, amelyekkel ezek nagyon jó egyezőséget mutattak.

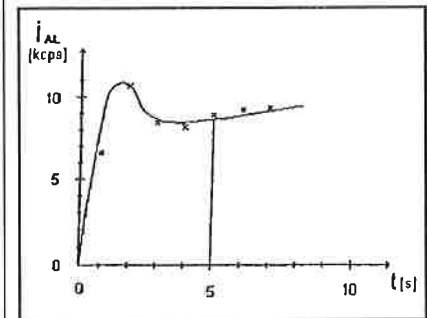
A t_1 idő meghatározása

Felépítettük a t_1 -es analitikai programot, amelynek segítségével megkaptuk az Al és B gerjesztési görbéjét, magas nem oldott Al- és B-tartalmú minták esetében (2181-es a B-hoz, 2182-es az Al-hoz).

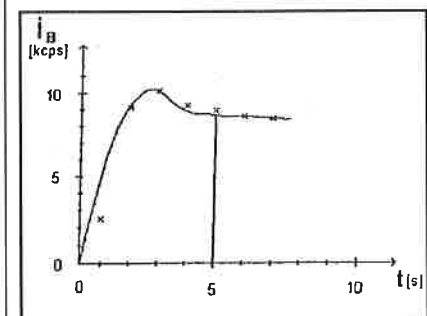
Az integrációs idő 1 s, a 0 kondíció mellett az előszikráztatási idő növekvő sorrendben 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 s.

Az Al és B esetében kapott gerjesztési görbék a 3. és 4. ábrán láthatók.

Mindkét esetben, $t_{1Al} = 5$ s, és $t_{1B} = 5$ s.



3. ábra Az alumínium gerjesztési görbéje



4. ábra A bór gerjesztési görbéje

Az a és b együtthatók meghatározása

Felépítettük az ab analitikai programot, amelynek segítségével a 2181–2186-os sorozat minden egyes hiteles anyagmintáján (h.a.m.) két-két integrálást végeztünk.

Az első integrálást az alábbi szikráztatási paraméterekkel végeztük:

- a szikrakamra öblítése argonnal: 3 s
- előintegrálási idő: 15 s
- integrálási idő: 5 s
- a szikraforrás az előintegrálás és az integrálás alatt 0 kondíciójú.

Ezen integrálás eredményeként az Al és B esetében is megkapjuk az:

* COST SA Targoviste, Románia

$I_{en\ Al} = (I_{Al} / I_{Fe})_0$, illetve az $I_{en\ B} = (I_B / I_{Fe})_0$ intenzitás arányokat, valamennyi hiteles anyagmintára.

Ez után került sor a második integrálásra az alábbi szikráztatási feltételek mellett:

- argonöblítés: 3 s
- előintegrálási idő: 0 s
- integrálási idő: 5 s
- a szikraforrás az előintegrálás és az integrálás alatt 2. kondíciójú.

Ekkor minden egyes hiteles anyagmintára megkapjuk az:

$I_{norAl} = (I_{Al} / I_{Fe})_2$, illetve az $I_{norB} = (I_B / I_{Fe})_2$ intenzitás arányokat.

Figyelembe véve az $I_{en\ Al} = a \cdot I_{norAl} + b$ és $I_{en\ B} = a' \cdot I_{norB} + b'$ összefüggéseket, a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva a mérésorozat eredményeire, kiszámítottuk az a és b valamint a' és b' együtthatókat. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza:

h.a.m. neve	$I_{en\ Al}$	I_{norAl}	$I_{en\ B}$	I_{norB}
2181	0.072	0.130	0.0564	0.0423
2182	0.105	0.196	0.0652	0.0520
2183	0.114	0.217	0.0864	0.0788
2184	0.083	0.156	0.0906	0.0828
2185	0.177	0.349	0.0809	0.0625
2186	0.228	0.467	0.1074	0.1016

$a = 0.4658804$ $a' = 0.8257227$ (4)

$b = 0.01219852$ $b' = 0.0233494$ (4a)

Az oldott és nem oldott Al és B számítása

Felépítettük az Al_{sol} és B_{sol} analitikai programokat, amelyekkel a 2181–2186-os jelű hiteles anyagminta-sorozat minden egyes tagján két-két integrálást végeztünk.

Az első integrálás szikráztatási paramétereit az alábbiak:

- argonöblítés ideje: 3 s
- előintegrálás ideje: 0 s
- integrálás ideje (t_1): 5 s
- a szikraforrás az előintegrálás és az integrálás alatt 0 kondíciójú.

Ezen integrálások alapján kapjuk az $I_{en\ Al}$ és $I_{en\ B}$ intenzitás arányokat minden egyes hiteles anyagmintára.

A következő, második, integrálás szikráztatási paramétereit:

- argonöblítés ideje: 0 s
- előintegrálás ideje: 11 s
- integrálás ideje (t_2): 5 s
- a szikraforrás az előintegrálás és az integrálás alatt 2. kondíciójú.

Ezen integrálások alapján pedig az I_{norAl} és I_{norB} intenzitás arányokat kaptuk.

A (2) és (1) képletek alkalmazásával, felhasználva a (4) és (4a) eredményeket, kiszámítottuk az oldott Al-, illetve B-koncentrációkat minden egyes hiteles anyagmintára. A nem oldott Al és B koncentrációit a (3) képlet segítségével számítottuk ki.

Az eredményeket a következő táblázat tartalmazza:

h.a.m. neve	oldott Al (%)		oldott B (%)	
	számított	bizonylatolt	számított	bizonylatolt
2181	0.061	0.066	0.0060	0.0061
2182	0.099	0.106	0.0017	0.0018
2183	0.130	0.128	0.0039	0.0041
2184	0.082	0.082	0.0036	0.0037
2185	0.199	0.197	0.0017	0.0016
2186	0.282	0.276	0.0009	0.0007

Kiszámítottuk az általunk számított valamint a bizonylatolt értékek közötti korrelációs együtthatókat, melyek értékei:

$r_{Al} = 1.01955$, valamint $r_B = 0.99942$

Következtetések

A korrelációs együtthatók egyhez igen közeli értékei mutatják, hogy a számított és bizonylatolt oldott Al- és B-tartalmak között jó egyezés van, tehát a csúcshintételezés módszere jó eredményekkel alkalmazható az acélok oldott Al-, illetve B-tartalmának a meghatározására.

Az oldott és nem oldott Al- és B-tartalom meghatározása acélokból fontos a gyártási folyamatban. A gyártástechnológia betartása esetén a nem oldott rész igen kicsi kell legyen. Ezért az acélokból a nem oldott rész meghatározása következtetési lehetőséget ad a gyártástechnológia betartására vonatkozóan. A nem oldott rész növekedésével romlik az acél szövetszerkezete és mechanikai tulajdonságai.

Az oldott és nem oldott részek koncentrációjának ismerete, illetve ennek ellenőrzése újdonság a Targoviste-i COST SA kémiai anyagvizsgálóban, és jelentős lépés az általunk gyártott acélok minőségének javításában.

HÍREK

Az ASM Hungary szakmai napja

A budaörsi Porkorit Szerszám és Porkohászati Rt vezetőinek, Sándor János ügyvezető igazgatónak és Senkariuk Sándor kereskedelmi igazgatónak szíves meghívására 1996. március 21-én oktatók, kutatók és egyetemi hallgatók több mint negyven fős csoportja tehetett szakmai látogatást a gyár üzemeiben és megismerkedhetett részleteiben is a Magyarországon különleges termékvalasztékot kínáló gyár szerteágazó tevékenységével.

A szakmai nap kezdetén a Porkorit Rt. vezetői általános tájékoztató előadásokban ismertették a gyár alapítása (1952) óta és különösen az 1993. évi privatizáció után megélt történetüket.

Jelenlegi tevékenységük egyik fő eleme a keményfémgyártás. Ennek meghatározó részét képezik a különféle szerszámanyagok (keményfémlepkák, kopásálló alkatrészek, váltóélű lapkák, húzószerszámok, vonódugók és bányászati szerszámok) előállításai, amelyek közül egyedi szerszámok legyártására is vállalkoznak. A kobaltkötésű fémkarbidos porkeverékekből kiinduló porkohászati művelet sor (porelőkészítés, sajtolás, szinterelés, utólagos megmunkálás (kikészítés)) valamennyi fázisát részletesen bemutatták, rámutatva olyan sajátos és korszerű gyártástechnológiai elemekre is, mint pl. a keményfém-porelőkészítésben alkalmazott porlasztá-

sos szárítás, a váltólapkák automatákon való megmunkálása és a bevonatolási eljárás.

A gyár másik fontos tevékenységi köre a vas- és részben színesfém-porkohászati gyártmányok nagyszorozatú előállításai, többek között gépkocsi alkatrészek (például a Suzuki gyár számára is), önkenő csapágyperselyek és más gépalkatrészek.

A gyár termékeinek felületkikészítése igényes és korszerű eljárásokkal történik, például a keményfém-váltólapkák jórészt CVD-eljárással bevonatoltan (TiC-Ti(C,N)-TiN stb.) kínálják. A vasporkohászati alkatrészeknél a vibrációs sorjátlanítás a gőzkékkoxidálás és a gázközegben végzett felületi cementálás és olajezés szerepel az utólagos kezelések között. A szolgáltatásai kiterjednek bér-munkában vállalt szikraforgácsolós megmunkálásra, és a keményfém-hulladékok felvásárlására és újrahasznosítására is.

A gyár vezetői kifejezték készségüket és érdekltségüket abban, hogy a jövőben akár az ASM Hungary mérnökegyesületen keresztül, akár közvetlen csatornákon keresztül is szorosabba fűzzék kapcsolatukat a műszaki egyetemen dolgozó mérnökökkel, professzorokkal és a mérnöki hivatásra készülő graduális és posztgraduális képzésben részt vevő mérnökhallgatókkal.

T. T.

Szakfolyóirat az Interneten

Az új alapítású Online-Verlag Rolf Diedrichs egy on-line szakfolyóiratot jelent meg 1996. január 1-től az Interneten **Ultrasonic Testing Online** címmel, amelyhez a <http://www.ultrasonic.de> cím alatt lehet hozzáférni.

Az on-line folyóirat az ultrahangos vizsgálat terén érdekelt olvasók, felhasználók és felkínálók révén folyamatosan fejlődő és segítő Internet-forrássá kíván válni. Rendszeresen közöl időszerű alkalmazási, továbbképzési tárgyú cikkeket, híreket, adatkészletet, vevő-útmutatót, virtuális vásárt, könyvtárat és minden közérdekű szakmai információkat.

(Forrás: DGZfP-Zeitung, Febr. 1996.)

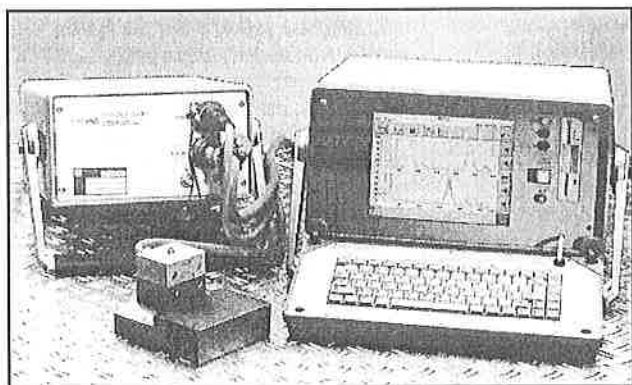
Új, repedésvizsgáló csőgörény

A Pipetronix GmbH, Karlsruhe megbízásából, az orosz csővezetékek állapotellenőrzéséhez új, repedésvizsgáló csőgörényt fejlesztett ki a Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren együttműködve az intézet Technologie-Entwicklungsgruppe stuttgarti csoportjával. A csővezetéken áthaladó vizsgálógörény még a legkisebb repedést is észreveszi a 896 ultrahangos vizsgálófejből álló érzékelőszervével, amelyek belülről sugározzák be a teljes csőfelületet. A repedésekről és az egyéb hibákról visszaérkező jeleket a készülék regisztrálja és értékeli. Az új, csúcstechnikát képviselő csővizsgáló fejlesztése 5,5 millió márkába került. A csőgörényt a TÜV Rheinland minősítette és minden szempontból megfelelőnek találta.

(Forrás: DGZfP-Zeitung, Febr. 1996.)

Új rmv-központot avattak

Az újszerű roncsolásmentes vizsgálati módszerek és eszközök piacképes terméké fejlesztése érdekében új alkalmazási központtal bővült Saarbrückenben a Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IzfP). Az 1995. november 30-ai megnyitó ünnepség,



amelyet összekapcsoltak a DGZfP helyi szervezetének ülésével, jó alkalom volt a saját fejlesztésű, sokfrekvenciás örvényáramos rendszer prototípusának a bemutatására. Az *EMUS-Phased-Array-System* horizontálisan polarizált tranzverzális hullámokat használ, hogy vizsgálhatók legyenek az ausztenites és a vegyes kötésű hegesztési varratok, a hegesztéssel plattírozott ausztenites rétegek, különösen ha azoknak csak az egyik oldala hozzáférhető. A vizsgálórendszer kifejlesztését megalapozó kísérletek elvégzéséért az IzfP munkatársát, *Rainer Becker* fizikust Berthold-díjjal tüntette ki a DGZfP még 1976-ban. Az ötlet mára terméké érett.

Még egy Berthold-díjas IzfP-sikerről esett szó az ülésen. *Dr. Iris Altpeter* és *Eckhardt Schneider* 1993-ban részesültek a DGZfP-alapította díjban, mégpedig a hengerelt acélszalagok texturájának és mélyhúzóhatósági tulajdonságainak mágneses és ultrahangos elven történő roncsolásmentes vizsgálatáért. A díjazott kísérletek eredményei alapján megtervezett mérőrendszer ma már sikeresen üzemel a Thyssen Stahl AG-nál.

(Forrás: DGZfP-Zeitung, Febr. 1996.)

KÖZGYŰLÉSI MEGHÍVÓ

A Magyar Minőség Társaság Igazgatósága 1996. június 17-re (hétfő) a Magyar Honvédség Múvelődési Ház (Bp. XIV. ker. Stefánia u. 34.) „A” épületének színháztermében 13.30-ra összehívja a társaság ötvenes jubileumi közgyűlését.

A közgyűlés napirendi pontjai:

1. Megnyitó
Dr. Pázmándi Gyula, az MMT elnöke
2. A napirend elfogadása
3. Beszámoló az előző közgyűlés óta végzett munkáról
Dr. Pázmándi Gyula, az MMT elnöke
4. A Felügyelő Bizottság beszámolója
Lazur Lajos, a Felügyelő Bizottság elnöke
5. A Magyar Minőség Társaság minőségbiztosítási rendszerének tanúsítását igazoló okirat átadása
6. Visszatekintés a Magyar Minőség Társaság ötvenes tevékenységére – *Dr. Hatala Pál*, az MMT alelnöke
7. Hozzászólások, vita
8. Határozati javaslat elfogadása
9. Kötvetések és jutalmak átadása
10. Állófogadás

Az Igazgatósánc elnöke a közgyűlésre ezúton tisztelettel meghívja a Magyar Minőség Társaság jogi és természetes tagjait.

Dr. Pázmándi Gyula
az MMT elnöke

ORSZÁGOS MINŐSÉGÜGYI KIÁLLÍTÁS

A már hagyományos kiállítást idén is megrendezik az V. minőségi hét nemzetközi konferencia keretében 1996. november 10–14. között.

Helyszín: Magyar Honvédség Múvelődési Háza, Budapest, XIV. Zichy Géza u. 3. A kiállítás 480 m²-en színvonalas körülmények, kedvező szolgáltatások és feltételek mellett módot ad a kiállítóknak termékeik, módszereik és eredményeik bemutatására. Az MMT-tagok 10% kedvezményben részesülnek.

A kiállításra 1996. július 31-ig lehet jelentkezni a Magyar Minőség Társaságnál, 1091 Budapest, Üllői út 25. Tel.: 218-3011, fax: 218-0267. Felvilágosítást ad Ruzsicska György, naponta 9–12 óra között a 218-3011/466 számú telefonon.

ÉPÍTŐANYAGGYÁRTÓ SZERVEZETEK MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZEREI címmel fórumot szervez az MMT, a Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara és a Magyar Építőanyagipari Szövetség 1996. június 11-én 9.30 órai kezdettel a Gellért Szálló (Budapest, Gellért tér 3.) Tea-szalonjában. **Jelentkezés:** május 30-ig a Magyar Minőség Társaság címén: 1091 Bp. Üllői út 25. tel.: 218-3011, fax: 218-0267.

MMT-KIADVÁNY

Megjelent *Az autópári beszállítók új követelményrendszere*, a *QS 9000 rendszer* című kiadvány, amely az azonos témájú, 1996. február 27-i fórumon elhangzottakat tartalmazza. Ára: 700.-Ft MMT-tagoknak, ill. 850.-Ft/áfa. Megrendelhető, ill. megvásárolható az MMT titkárságán.

SZERKESZTŐSÉGÜNK ELKÖLTÖZÖTT!

Az Anyagvizsgálók Lapja kiadója, a **Testor BT.** és vele szerkesztőségünk is új helyre költözött. **Címünk:** 1124 Budapest, XII. Meredek u. 45. Levélcím: 1538 Budapest, Pf. 528. **Telefon:** 319-4782, **fax:** 319-2284

Megközelíthető a Hegyalja úton közlekedő 8-as autóbusszal.

Újjászervezik a szabványosító bizottságokat

Mint ismeretes, az 1995. évi XXVIII. törvény a nemzeti szabványosítás szervezetét, eljárásrendjét és finanszírozását új alapokra helyezte. A Magyar Szabványügyi Hivatal felváltó Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) nonprofit köztestületként működik 1995 őszétől. A testületnek jelenleg már több mint 200 tagja van.

Ahhoz, hogy a sokrétű és az EU-val harmonizáló szabványosítási munka az új feltételrendszer szerint a szükséges lendülettel eredményesen folytatódjon, újjá kell szervezni az MSZT szakmai alapegységeit, a nemzeti szabványosító műszaki bizottságokat.

Ezt elősegítendő, a Szabványügyi Tanács 1996. február 29-ei ülésén az 1996/16. számú határozatával jóváhagyta a nemzeti szabványosító műszaki bizottságok, a programbizottságok és a nemzeti szakmai bizottságok létrehozásának feltételeire vonatkozó eljárásrendet, amelyet a Szabványügyi Közlönyben tettek közzé. A határozat szerint a Szabványügyi Tanács folyamatosnak ismeri el azoknak a bizottságoknak a tevékenységét, amelyek a korábbi jogszabály alapján jöttek létre és megfelelnek a jelen határozatban foglalt feltételeknek.

A szabványosító műszaki bizottsági rendszer újjászervezése érdekében a Szabványügyi Tanács összeállította az MSZT-tagok előzetes jelentkezései, illetve feltételezett érdeklősége alapján a korábbi 231 bizottság munkájában érdekeltek jegyzékét, és postázta tagjainak ezen bizottságokban való részvételük visszaigazolásául szolgáló belépési nyilatkozatokat. Az MSZT-tagok által aláírt nyilatkozatok visszaküldési határideje április 20-án ugyan már lejárt, ám a szabványosító munkába folyamatosan be lehet kapcsolódni. Erre való tekintettel, **azzal a cíccal közöljük a lapunk szakterületét érintő**

nemzeti szabványosító műszaki bizottságok (MSZT/MB) jegyzékét, hogy olvasóink révén is ösztönözhesük az újjászerveződő gazdaságunk szereplőit e közhasznú és közérdekű tevékenységben való részvételre.

Természetesen nincs akadálya annak sem, hogy korábban nem működött, új műszaki bizottság megalkotására tegyenek javaslatot.

Bármely, a műszaki bizottságokkal kapcsolatos **felvilágosításért** szíveskedjenek *Haba József* fősztályvezetőhöz fordulni (1091 Budapest, Üllői út 25. Telefon: 218-0713 vagy 218-3011/191, telefax: 218-5125)

A szabványosító műszaki bizottság MSZT/MB száma megnevezése	
VIZSGÁLAT – MÉRÉS – BIZTONSÁG	
110	Építmények tűzvédelme és tűzállósági vizsgálatok
209	Munkavédelem
318	Kazánok és nyomástartó edények
322	Térfogatáram-mérés
327	Zaj
328	Rezgés
408	Kohászati alapanyagok és termékek vegyvizsgálata
409	Fémek mechanikai, technológiai és anyagszerkezeti vizsgálata
410	Roncsolásmentes vizsgálat
707	Ipari gázok vizsgálata és műszaki követelmények
710	Hőerőművek víz- és gőzrendszerének kémiai vizsgálata
713	Talajminőség és talajvédelem
714	A vizek fizikai, kémiai és biokémiai vizsgálata

719	Ionizáló sugárzás elleni védelem
812/66	Mérő-, szabályzó- és laboratóriumi berendezések biztonsága
812/85	Mérőműszerek elektromágneses mennyiségek mérésére
901	Minőségirányítás és minőségbiztosítás
902	Statisztikai módszerek
903	Megfelelőségtanúsítás

KÜLÖNFÉLE ANYAGOK	
102	Cement és mész
104	Kerámiai burkolólapok
105	Hőszigetelő anyagok és termékek
107	Beton
108	Falazatok
112	Építési üveg
117	Előregyártott beton- és vasbeton termékek
131	Teherhordó faszervezetek anyagai
133	Egészségügyi kerámia termékek
402	Acélok
403	Öntvények
404	Könnyűfémek
405	Színesfémek
407	Tűzálló anyagok és gyártmányok
704	Festékek és lakkok
711	Műanyagok
720	Gumi és gumiipari termékek

TULAJDONSAGFORMÁLÓ TECHNOLÓGIÁK	
124	Építőipari korrózióvédelem
135	Acélszerkezetek kivitelezése
411	Korrózióvédelem
412	Hegesztés és rokoneljárásai
413	Hőkezelés

(Forrás: MSZT-KIADVÁNY)

ÚJ KIADVÁNY!

A minőségügygel foglalkozó szakirodalomban egyre több olyan új fogalom és betűszó fordul elő, amelynek jelentése nem mindig ismeretes az olvasók számára, és így értelmezése sok bizonytalanságot, félreértést okozhat. Ezek elkerülése és a helyes értelmezés érdekében – elegendő megrendelés esetén – a GTE Ipari Minőségi Klub 1996 második felében tervezti megjelentetni gyakorlati útmutatóként, a

Mi, micsoda a minőségügyben Korszerű minőségügyi fogalmak és betűszavak című kiadványát.

A kiadványban az új minőségügyi fogalmakat és a minőségügy területén használt kifejezéseket és betűszavakat lexikonyszerű tömörséggel, röviden értelmezzük.

A kiadványt a már közismert MINŐSÉGÜGYI HÍREK formátumának megfelelő (A/5 méretben) jó minőségű papíron, halványkék papírkötésben jelentetjük meg, kb. 180 oldal terjedelemben.

Irányára: 1100 Ft + Áfa

Kérjük, hogy megrendelésüket a Klubnak címzett, cégszerűen aláírt levélben küldjék meg 1996. május végéig.

Az érdeklődők számára felvilágosítást ad a Minőségi Klub titkára, Kondor István, a 201-7580 számú telefonon hétfőn, kedden, csütörtökön 9-13h között.

Várjuk szíves megrendelésüket!

Címünk:

GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
IPARI MINŐSÉGI KLUB

1027 Budapest, Fő u. 68. IV. em. 440.

Levélcíme: 1371 Budapest, Pf. 433. • Telefax: 201-7180

ÚJ, EURÓPAI MEGFELELŐSÉGI JEL

Keymark – kulcsjel a neve az új tanúsítási jelnek, amelyet az Európai Unió Minisztertanácsának 1992-ben hozott határozata nyomán az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) és az Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság (CENELEC) vezetett be az EN-szabványoknak megfelelően gyártott és Európában forgalomba hozott termékek számára.



A kulcsjel alkalmazása előnyös, mert láthatóan és egyértelműen tájékoztatja a vevőt és a felhasználót arról, hogy a terméket a gyártótól független laboratóriumban vizsgálták meg, és az mindenképpen megfelelt a rá vonatkozó EN-szabványoknak, amelyek egyaránt tartalmazzák a biztonsági, az alkalmassági, a minőségi és a környezetvédelmi szempontokat, már ahol ilyenek is felmerülnek.

A piacravitel eljárásait is leegyszerűsíti a kulcsjel használata, ugyanakkor csökkenti a vizsgálat és a tanúsítás költségeit, mert a gyártónak nem kell a különböző piacokon való értékesítéshez más-más eljárást alkalmaznia.

A kulcsjel alkalmazásával kapcsolatos ügyek intézésére az Európai Elektrotechnikai Iparági Vizsgáló és Tanúsítási Bizottság (ELSECOM) kapott megbízást, a CEN Tanúsítási Igazgatóságával közösen. A rendszer önkéntes.

A kulcsjel lehetőséget testesít meg, és eszközt jelent az európai piac és az Európai Unió továbbfejlesztéséhez, egy összetartó politikai és gazdasági egység kialakításához.

(Forrás: Szabványügyi Közlöny, 1996/1.)

A magyar roncsolásmentes anyagvizsgáló szervezet rövid története

Dr.Karsai István – Dr.Réti Pál

Az ipari termelés kezdeti időszakában csak a termékek megfelelő használati értéke volt az értékelés alapja, amihez a későbbiek folyamán esztétikai, ergonómiai, biztonsági követelmények csatlakoztak, hogy végül a fejlődés a teljes minőségbiztosítási rendszerek létrehozásában csúcsosodjon ki.

Ez a folyamat szükségszerűen megkövetelte az egyre megbízhatóbb, jobb minőségű termékek előállítását, aminek egyik feltétele azok minél részletesebb, mélyrehatóbb ellenőrzése és vizsgálata az egész gyártási folyamat során. A modern szemlélet pedig már ezen is túllépve a használat, az üzemeltetés közbeni biztonságos, hibamentes működés garanciáját igényli.

Ebben a folyamatban egyre nagyobb és felelősségteljesebb feladat hárul az anyagvizsgálókra, és ezen belül kiemelten a roncsolásmentes anyagvizsgálát művelőire.

A szervezet kialakulása és fejlődése

A magyar roncsolásmentes anyagvizsgáló szervezet kialakulása 1948-ra tehető. Az akkori Híradástechnikai Tudományos Egyesületben működő néhány szakember, – látván, hogy a roncsolásmentes anyagvizsgálókat egyik igen fontos ága, az ipari röntgenvizsgálókat helyzete sem szakember-ellátottság, sem berendezések szempontjából nem kielégítő –, hozzálátott a megfelelő hazai szabványok és röntgenberendezések kérdésének rendezéséhez. Szervezetten ez a munka 1952-ig a Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) Technológiai Szakosztálya keretében folyt.

1952. május 29-én a Technológiai Szakosztályból kivált csoport megalakította a GTE Anyagvizsgáló Szakosztályt, dr.Réti Pál vezetésével. A szakosztály hat szakbizottságot szervezett; ezek egyike a *Roncsolásmentes belsehiba-kutatási*, későbbi nevén *Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság (RASZ)* volt. A RASZ alapító tagjai: *Gönczi Lajos, Heeringer József, Kálmán József, Keller György, Lukácsfalvi Tibor, Mester István, Réti Pál, Szabó Zoltán és Szendi Szilveszter* voltak.

A szakbizottság célja a roncsolásmentes anyagvizsgálókat fejlődésének folyamatos figyelemmel kísérése; a magyar roncsolásmentes vizsgálati kultúra fejlesztése; az új módszerekről, ezek eredményeiről széles körű tájékoztatás adása volt. Ennek megfelelően a fő feladatait a következőkben fogalmazta meg:

- szabványosítási munkában való részvétel,
- eszközfejlesztési munkában való részvétel,
- vizsgáló személyzet képzése,
- szakmai információs tevékenység,
- bekapcsolódás a nemzetközi szakmai életbe.

Ezekről a későbbiekben még részletesebben szó lesz.

A szakbizottságban kezdetben még együtt voltak a radiográfiai és az ultrahangos eljárások művelői. Fontos évszámot jelent 1961, amikor a szakbizottságon belül különvált a *radiológiai szakcsoport* és az *ultrahangos szakcsoport*. Ez utóbbi magában foglalta a felületvizsgáló szakembereket is.

A szakcsoportok munkájában a legkiválóbb ipari, valamint kutatóintézeteti munkatársak és egyetemi oktatók vettek és vesznek részt. A szakbizottságokban nyilvántartott tagok létszáma a kezdeti felfutást követően 400 fő körül alakult; ez a létszám a 90-es években sajnálatos módon csökkent. Reményeink szerint a gazdasági recesszió megszűnésével ismét visszaáll majd az eredeti állapot.

További fontos évszámok a RASZ történetében :

– 1970. Ebben az évben csatlakozott Magyarország a Nemzetközi Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Bizottság (ICNDT) szervezetéhez.

– 1973. A VII. roncsolásmentes anyagvizsgáló világkongresszuson (WCNDT) a vizsgáló személyzet képzésével foglalkozó testület felkérte Magyarországot a harmonizációs előkészítő munkában való részvételre.

– 1974-76. Átállás a három fokozatú oktatási rendszerre.

– 1983. Bilaterális szerződés a ÖGfZP-vel.

– 1986. Bilaterális szerződés a DGZfP-vel.

– 1990-93. A magyarországi rendszerváltás éve. Az ipari átalakítás, a privatizáció következtében egymás után megszűnnek, illetve részrekesnek szét a nagy központi laboratóriumok. Ez komoly problémát jelent a RASZ munkájában is.

– 1992. Az európai szabványok átvételének megkezdése.

– 1994. Az EN473 európai szabvány átvétele a magyar szabványrendszerbe: az MSz-EN 473 életbelépése.

– 1995. A Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakosztály megalakulása az Anyagvizsgáló Központi Szakosztályon belül.

Nem volna teljes ez a rövid áttekintés anélkül, hogy néhány szót ne ejtenénk arról a társadalmi megbecsülésről, amelyet a RASZ tagjai az elmúlt évek során kivívtak.

A GTE legmagasabb kitüntetését a Pattantyús Ábrahám Géza-díjat, illetve a Bánki Donát-díjat kaptak. dr. Gillemot László (1955), dr. Réti Pál (1959), dr. Konkoly Tibor (1966), Dobrova László (1976), Dr. Karsai István (1993).

Négyen kaptak kormány-, 21-en Gépipari Kiváló Dolgozó kitüntetést, 18-an miniszteri dicséret oklevelet, és hatan GTE irodalmi díjat.

Végezetül kegyelettel emlékezünk meg a bizottság azon elhunyt tagjairól, akik munkás életük során sokat tettek szakterületük fejlesztése terén, így : Dobrova László, Fenyvesi Ede, Füle Endre, Gál István, dr. Gillemot László, dr. Hirling József, Keller György, Marosi Béla, dr. Méhes Géza, Molnár Zoltán, dr. Sasvári Kálmán, dr. Szántó István, Szabó Aladár, Szemadam Jenő, Virág István kollégákról.

Szabványosítási munka, kiadványok

A szakbizottsági munka fontos részét képezi a szabványosításban való részvétel, illetve szakmai kiadványok elkészítése.

A szabványosítás területén kezdettől fogva igen jó együttműködés alakult ki a szakbizottság és a Magyar Szabványügyi Hivatal (MSZH) között. A szakbizottság tagjai folyamatos munkakapcsolatban voltak az MSZH szakembereivel; kidolgoztak, véleményeztek, egyes esetekben kezdeményeztek szakmai szabványokat. Így került sor már a kezdeti időben a hegesztési varratok röntgenvizsgálatával kapcsolatos MSZ4310 sz. szabványsorozat, valamint a sugárvédelemmel foglalkozó MNOSZ 386 sz. szabványjavaslat kidolgozására. Szervesen kapcsolódik ehhez, hogy a szakbizottság kezdeményezte a Munkaügyi Minisztériumnál a műszaki röntgenmunkára vonatkozó első óvőrendszabály kiadását is.

A későbbiekben a szakbizottsági tagok részvételével folyamatosan készültek el a radiológiai vizsgálatokkal foglalkozó legfontosabb szabványok (hibafajták, jelrendszerek, képminőségjelzők, csövek és lemezek vizsgálata), az ultrahangos vizsgálati alapszabványok (terminológia, fogalmak és jelölések, lemezek és csövek kézi ultrahangos vizsgálata, hegesztett kötések vizsgálata), továbbá a mágneses repedésvizsgálattal, a folyadékbehatolásos vizsgálattal és a szemrevételezéssel foglalkozó szabványok.

Azokon a területeken, ahol nem volt országos érvényű (MSZ) szabványelírás, a szakbizottság műszaki irányelvek (MI) megjelentetését

szorgalmazta. Ilyen ajánlások készültek pl. az ultrahangos vizsgálatok alkalmazásával, a vizsgálati eredmények megadásával kapcsolatban.

A magyarországi rendszerváltást követően megindult az Euronormok integrálása a magyar gyakorlatba. A RASZ tagjai ebben is aktívan vesznek részt. Az így átvett szabványok közül a szakma számára az egyik legjelentősebb a roncsolásmentes vizsgáló személyzet képzésére, képesítésére vonatkozó EN473 szabvány honosítása és a honosított MSZ-EN 473 szabvány 1994. évi életbeléptetése.

A szabványalkotási munka mellett a szakbizottsági tagok egyéb kiadványok megjelentetésében is közreműködtek. Ezek közül néhány fontosabb:

- 1952. Röntgentechnika, tanfolyami jegyzet.
- 1958. Röntgen anyagvizsgálat és Mechanikai technológiai anyagvizsgálatok
- 1960. Az anyagvizsgálat szerepe a minőségellenőrzésben
- 1965. Fémipari ultrahangos anyagvizsgálat
- 1972. Radiológiai fogalmak és terminológia négy nyelvű szótár.
- 1974-től folyamatosan jelennek meg szakbizottsági tagok tollából különböző roncsolásmentes vizsgálatok oktatási anyagait tartalmazó jegyzetek; illetve önálló szakkönyvek a penetrációs és mágnesporos vizsgálatokról, az örvényáramos vizsgálatokról és az akusztikus emissziós vizsgálatokról.

Eszközfejlesztés

A Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság tagjai közreműködőként, szakértőként kivették a részüket az eszközfejlesztésből is. Példaképpen kiragadva csak néhány igazán jelentős fejlesztést, amelyben a szakbizottsági tagoknak meghatározó szerepük volt:

- sínek folyamatos ultrahangos vizsgálatára alkalmas sínvizsgáló kocsik (MÁV)
- hordozható egytankos ipari röntgenkészülék (Trakisz)
- izotoptartók (Bányászati Kutató Intézet)
- örvényáramos célrendezések (AGMI és MTA KFKI AEKI)
- speciális repedésvizsgáló eszközök és módszerek (Malév)
- automatikus ultrahangos vizsgáló és értékelő rendszerek (Paksi Atomerőmű Rt.)
- akusztikus emissziós vizsgáló rendszerek (MTA KFKI AEKI)
- dinamikus neutronradiográfiai eszközök és módszerek (MTA KFKI AEKI).

Nem eszközfejlesztés ugyan, de ide tartoznak a röntgenlaboratóriumok által végzett összehasonlító filmminősítési kísérlet sorozatok, továbbá a fém erősítőernyőkkel végzett kísérletek is.

Oktatás, képzés

Magyarországon a roncsolásmentes vizsgálatokkal foglalkozó szakemberek az ismereteiket a II. világháborút megelőző időkben, és még az azt követő néhány évben is autodidakta módon fejlesztették.

A ma már világszerte alap-eljárásaként számontartott röntgen, ultrahangos, vizuális, penetrációs, mágnesporos és örvényáramos vizsgálatok közül akkor a durvaszerkezeti radiográfia volt az elsődleges és hosszú időn át uralkodó ipari roncsolásmentes vizsgálat.

A GTE-ben tömörült szakemberek felismervén a roncsolásmentes vizsgálatok fontosságát, már 1952-ben belső tanfolyamokon, majd ezt követően már szervezett formában indították el a röntgenvizsgáló szakemberek képzését. A röntgen anyagvizsgálók köre 1953-tól kibővült a radioaktív izotópokkal foglalkozó szakemberekkel, és ettől kezdve a tanfolyami képzés a *durvaszerkezeti röntgen- és izotópos anyagvizsgálat* tematikai keretben zajlott.

A szervezett oktatás kezdettől fogva országosan a GTE Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság irányítása és ellenőrzése mellett, a szakbizottsági tagoknak mint tanfolyami előadónak a részvételével folyt.

Az 1950-60-as években a magyarországi ipari fejlődés, az erőmű-építési programok, az olaj- és gázvezetékek építése, a hajó- és darugyártás felfutása és az ezeken a területeken uralkodóvá váló hegesztés iniciálta és erősítette ezt a programot.

A roncsolásmentes vizsgáló szakemberek munkája szükségességének felismerését jelezte a RASZ akkori titkárának *Dobrava Lászlónak* fáradságot nem ismerő kezdeményezésére és a szakbizottsági tagok aktív közreműködésével kidolgozott 1/1959 MÜM (munkaügyi miniszteri) rendelet, amely a radiográfusok működését minősítéshez kötötte. E rendelet alapján született meg a 9075/1959 KGM (kohó- és gépipari miniszteri) végrehajtási utasítás, amely összefoglalta a szakképzés tartalmi és formai követelményeit. Lényegében ez a rendelet határozta meg az oktatást egészen a 70-es évek elejéig.

Az ultrahangos vizsgálat szintén létezett már csíráiban az 50-es években, sőt speciális feladatra célvizsgálatként már sikeresen alkalmazták pl. a Magyar Államvasutaknál a sínek folyamatos ellenőrzésére; az általános ipari elterjedésre azonban még várni kellett.

Az ultrahangos vizsgálatokkal több GTE házi előadás foglalkozott, összeállították az oktatási tematikát, sőt 1958-ban már egy írásos anyag kidolgozására is sor került.

A rendszeres ipari ultrahangos tanfolyamokat 1968-tól szervezte meg a GTE, majd 1972-ben a RASZ kidolgozta a tanfolyamok egységes tematikáját és 1973-ban jegyzet formájában is megjelent a tananyag.

Az oktatás folyamatosan követte az igényeket. A hegesztett szerkezetek terjedése és a hegesztett kötések vizsgálatának különleges igényei miatt 1976-ban a hegesztések vizsgálatára jogosító kiegészítő továbbképzést kellett megszervezni a korábban végzett ultrahangos vizsgálatok számára. Ettől az időtől kezdve a hegesztés vizsgálat az ultrahangos tanfolyam szerves részévé vált.

A roncsolásmentes vizsgáló szakemberképzésben új korszak kezdődött, amikor a képzés szervezése – a radiológus képzés 1974-ben, az ultrahangos képzés 1976-ban – a Kohó és Gépipari Minisztérium Továbbképző Intézete (KGMTI) – későbbi nevén Ipari Szakmai Képző- és Továbbképző Intézet (ISZTI) – hatáskörébe került. Ekkor ugrásszerűen megjavultak a képzés anyagi- és tárgyi feltételei, és már ekkor felmerült a szakképesítő oklevelek más országokban történő elfogadásának igénye is.

A magyarországi oktatás magas színvonala és a X. WCNDT-n elfogadott nemzetközi harmonizációba való beilleszkedése tették lehetővé, hogy a RASZ akkori elnökének, *dr. Konkoly Tibornak* a szívós előkészítő munkája nyomán 1983-ban sor került a magyar-osztrák, majd 1986-ban a magyar-német kétoldalú megállapodásokra az R2 és U2 minősítések kölcsönös elismerésére. A megállapodás alapját a RASZ tagjaiból szervezett munkacsoport által már korábban kidolgozott tanfolyami és vizsgaszabályzat képezte, amelyet a 10/1984 IpM (ipari miniszteri) rendelet helyezett véglegesen érvénybe. Ez a rendelet teljes egészében a nemzetközileg elfogadott három fokozatú képzést írta elő valamennyi (VT, PT, MT, UT és RT) roncsolásmentes vizsgálati eljárásra vonatkozóan.

A miniszteri rendelet tehát meghatározta a szakmai oktatás kereteit a teljes roncsolásmentes vizsgálati területre, azonban a VT, PT és MT eljárások tényleges oktatása – az ipar érdektelensége miatt – csak késve indult meg. Figyelemre méltó ugyanakkor, hogy 1990-ben már bekerült a programba az örvényáramos vizsgálati (ET) eljárás, 1993-ban pedig a szerkezetekben üzem közben keletkezett repedések ellenőrzését lehetővé tevő akusztikus emissziós (AE) vizsgálat is.

A magyarországi roncsolásmentes vizsgáló szakemberképzésben az egyes eljárások oktatásának üteme eltérő volt, a 90-es években jelentősen lelassult sőt stagnált, ami a politikai rendszerváltást követő privatizációnak, az állami nagyvállalati struktúrák szétesésének következménye.

A több száz 1. és 2. fokozatú minősítést szerettek közül a tanfolyami oktatás keretében 1987-ben 24 fő, majd később még további 12 fő szerzett R3 minősítést; 13 fő és a későbbiekben még 8 fő U3 minősítést.

1992-ben 9 fő szerezte meg a V+P+M3, 1993-ban pedig 7 fő a Ö3 minősítést.

A magyarországi politikai rendszerváltást követő deregulációs kampánynak a 10/1984 IpM rendelet is áldozatául esett. Az újabb törvényi szabályozásra 1992-ben került sor: az 1/1992 MÜM rendelet, amely az iskolarendszereken kívüli képzést szabályozza, a roncsolásmentes vizsgálatokra vonatkozóan teljes egészében átvette a korábbi gyakorlatot, vagyis megőrizte a háromfokozatú képzést és az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium (IKM) felügyelete alá helyezte. A kérdés végleges, a nemzetközi harmonizációba tökéletesen illeszkedő megoldása a roncsolásmentes vizsgáló személyzet minősítésére vonatkozó MSZ-EN 473:1994 szabvány hatálybalépésével és a nemzeti akkreditációs rendszer felállításával valósul meg.

1995 szeptemberében megalakult a Nemzeti Akkreditációs Testület (NAT); a minősítő-, tanúsító szervek megszervezése folyamatban van.

Végezetül, bár elsődlegesen nem a roncsolásmentes témához tartozik, meg kell említeni, hogy a GTE Anyagvizsgáló Központi Szakosztálynak is szerep volt abban, hogy a Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) posztgraduális formában megszervezték az *anyagvizsgáló szakmérnök képzést*, melybe mint előadó a RASZ több tagja is szerepet vállalt.

Nemzetközi kapcsolatok

A RASZ nemzetközi tevékenysége a GTE keretei között zajlott, részben különböző nemzetközi szervezetek munkájában való részvétel, részben közös konferenciák szervezésén keresztül, illetve kétoldalú együttműködések formájában valósult meg.

A II. világháború után Magyarország a státuszából adódóan elsősorban az akkori Szovjetunióval, illetve a KGST államok többségével (Bulgária, Jugoszlávia, Német Demokratikus Köztársaság) épített ki együttműködést. Ez is azonban főleg csak a szabványosítás területére korlátozódott. Szorosabb, de ritka és esetleges kapcsolatot a nemzeti roncsolásmentes anyagvizsgáló társaságok konferenciáin való részvétel jelentett. Ilyen esemény volt a 80-as évek elején az NDK társszervezet által Magdeburgban tartott konferencia, vagy 1989-ben a bolgár szervezettel közösen megrendezésre került Defektoskopia '89 konferencia Plovdivban.

A KGST országokban rendezett eseményeken a GTE anyagi segítségével több esetben jelentősebb létszámú roncsolásmentes vizsgáló vehetett részt, így például 1973-ban a varsói, 1978-ban pedig a moszkvai nemzetközi anyagvizsgáló kongresszuson, vagy az előbbieken említett plovdivi konferencián.

A nyugati országokkal eleinte nagyrészt csak passzív kapcsolat volt és ez főleg a nemzetközi konferenciákon (ECNDT, WCNDT) való részvétel formájában valósult meg. Feltétlenül meg kell említeni, hogy a szigorú devizasabályok mellett is a GTE vezetősége csaknem mindig biztosította, hogy a fontos európai (ECNDT) és világkonferenciákon (WCNDT) a RASZ legalább egy fővel képviseltesse magát. Később az egyes munkabizottságokban való részvételre is lehetőség nyílt. Ebből a szempontból is különösen fontos évszámot jelent a RASZ életében az 1970. év, amikor is a hannoveri konferencián bejelentették Magyarország csatlakozását az ICNDT-hez. Ettől kezdve vett részt a GTE a testület munkájában. Magyarországot *dr. Réti Pál*, az Anyagvizsgáló Szakosztály elnöke és *dr. Konkoly Tibor* társelnök képviselték a moszkvai konferenciáig, amikor is a tisztségétől megvált *dr. Réti Pál* helyébe *dr. Konkoly Tibor* lépett, a nem szavazó delegátus pedig *dr. Karsai István* lett.

Annak ellenére, hogy a GTE és több nyugati ország mérnökszervezete között is volt együttműködési szándéknyilatkozat, vagy akár szerződés is, de ezek a kapcsolatok finális okok miatt csak papíron maradtak, nem voltak realizálhatók.

Az 1994. év a nemzetközi együttműködés egy újabb lehetőségét hozta. A VI. európai roncsolásmentes anyagvizsgáló kongresszuson (VI.ECNDT) Nizzában az önálló RASZ elnökét, *Fücsök Ferencet*

meghívta az Insight című angol és európai roncsolásmentes anyagvizsgáló lap a szerkesztői bizottságba. Ezzel kezdődött az a munka, ami az NDT in Hungary című összeállítás 1996 márciusi megjelenését eredményezte, és remélhetőleg további magyar cikkek külföldre jutását hozza el.

Ugyancsak az 1994. év eseményei közé tartozik a kapcsolatfelvétel a horvát, a szlovák és a szlovén, és kapcsolatkeresés a cseh roncsolásmentes anyagvizsgáló szervezetekkel.

Végezetül meg kell említeni a nemzetközi kapcsolatok egy sajátos formáját: az anyagvizsgáló gépek, eszközök, műszerek, anyagok előállításával és magyarországi forgalmazásával foglalkozó cégekkel az évek hosszú sorára visszatekintő igen eredményes együttműködést. Az ennek alapján szervezett magyarországi bemutatókon, szimpóziumokon a külföldi cégek ismertetik a legújabb fejlesztéseiket, a résztvevő szakemberek közvetlen információkat kaphatnak a legfrissebb eredményekről.

Rendezvények

A RASZ hazai aktivitása a különféle programokon, rendezvényeken keresztül jellemezhető. Ezek rendszeresen visszatérő események (konferenciák, szemináriumok), vagy egy-egy eseményhez kapcsolódóan (kiállítás szervezés, szimpózium, vándorgyűlés, bemutatók stb.).

A legjelentősebb és széles körű szakmai érdeklődésre számotartó rendezvény a rendszeresen megrendezett *roncsolásmentes anyagvizsgáló szeminárium*.

Kezdetben a RASZ nem rendezett külön roncsolásmentes témájú konferenciákat, hanem az Anyagvizsgáló Szakosztály konferenciáin különálló szekcióként szerepelt a roncsolásmentes anyagvizsgáló, vagy a GTE által szervezett hegesztői napokon vagy anyagvizsgáló vándorgyűléseken jelent meg.

Ez a gyakorlat 1975-ben változott meg. 1975 óta a RASZ 2-3 éves gyakorisággal önálló roncsolásmentes anyagvizsgáló szemináriumokat szervez, ahol szóbeli előadások mellett poszter bemutatók, kerekasztal-megbeszélések és párhuzamosan rendezett kiállítások szolgálgják a minél hatékonyabb információcserét.

1975 óta kilenc roncsolásmentes anyagvizsgáló szemináriumot tartottunk. Az I. szemináriumot Győrben rendeztük, ezt követően hét alkalommal a szemináriumok színhelye a kelet-magyarországi Gyula városa lett, míg a IX. szemináriumra 1995 májusában az észak-magyarországi Egerben került sor.

A szemináriumokon korábban rendszeresen 200-250 fő vett részt, a két utolsó szemináriumon a létszám sajnálatos módon jelentősen csökkent. Ennek oka nem a szakmai érdektelenség, hanem a laboratóriumi hálózat szétesése a korábbiakban már idézett ipari struktúraváltás és a privatizáció miatt. Mindezek ellenére az 1995-ös rendezvény szakmai sikere nem maradt el: 19 előadás, 11 poszter és 3 kerekasztal-megbeszélés volt a programban. Az előadások zöme az örvényáramos, az akusztikus emissziós vizsgálatokkal, komplex állapotellenőrzési módszerekkel foglalkozott. A szemináriumon ünnepi előadással emlékeztünk meg a röntgensugár felfedezésének 100. évfordulójáról.

Az 1975-95 időszakban megrendezett kilenc szemináriumon a felvett témák jól mutatják az ipari érdeklődés változását. Ez figyelhető meg a *táblázatban*, amely az egyes szemináriumokon elhangzott előadások vizsgálati eljárások szerinti megoszlását tartalmazza. Jól érzékelhető a röntgenvizsgálatok térvesztése a felületi- és sík, kétdimenziós, hibák kimutatására alkalmas eljárásokkal szemben.

A rendezvények másik nagy csoportjába az esetenként üzemekben, laboratóriumokban tartott fél- vagy egésznapos szakmai találkozók tartoznak; mint pl. a Paksi Atomerőmű Vállalatnál, a Repülőtéri Műszaki Bázison, az Állami Energiafelügyelet laboratóriumaiban, az Erőmű Javító és Karbantartó Vállalatnál megrendezett találkozók. Ezek célja elsősorban a meglátogatott laboratórium működésének alaposabb megismerése, emellett egy-egy, a laboratórium munkájához tartozó, azzal kapcsolatos speciális aktuális probléma szakmai vitája.

Az előadások eljárásonkénti százalékos megoszlása a Ronszolásmentes Anyagvizsgáló Szemináriumokon

Téma	ÉV								
	'75	'77	'80	'83	'85	'87	'89	'92	'95
RT	25	28	29	30	26	21	27	12	5
UT	25	22	29	35	44	23	33	35	30
ET	-	5	5	-	-	20	16	22	30
AE	-	-	-	-	-	4	8	7	9
MT	13	10	-	5	-	20	8	-	-
PT	6	5	17	-	-	4	-	-	-
VT	-	-	5	5	6	-	4	12	-
szabvány oktatás	13	-	10	5	10	4	-	12	-
egyéb	18	30	5	20	14	4	4	-	26

A RASZ igen jó kapcsolatot tart a hegesztő szakemberekkel, a GTE Hegesztési Központi Szakosztályában állandó képviselője van. A hegesztési szakosztály által évente megrendezett találkozón a ronszolásmentes vizsgáló szakemberek is rendszeresen részt vesznek, esetenként előadás tartásával is.

Utószó

Az előbbieken igyekeztünk egy rövid vázlatos áttekintést adni a Ronszolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság életéből, munkájáról.

Az 1990. évi politikai rendszerváltást kísérő gazdasági átalakulási folyamatok a RASZ munkáját és lehetőségeit jelentősen befolyásolták. A nehézségek ellenére a RASZ nem szüntette be a működését és keresi az új utakat, lehetőségeket. Így 1992-ben és 1995-ben is sikerült az országos találkozót megszervezni. Ez is jelzi, hogy a szakma igényt tart a szervezet munkájára.

Egy anyagvizsgáló siker-sztori

Egy nagyberuházás során általában olyan fiatal szakemberek jutnak nagy lehetőségekhez, akik vállalják az újrakezdés kockázatát. Ez történt Farkas Bélával is. Természetéből fakadó szívóssága segítette ahhoz, hogy maradandó tudjon alkotni.

Farkas Béla a Paksi Atomerőmű Ronszolásmentes Laboratóriumának vezetője. Az Ő életútja, szakmai állomásaival nevezhető siker-sztori. Az erőmű építésének kezdete óta Béla az atomerőművi ronszolásmentes anyagvizsgálatok szervezésével és közvetlen irányításával foglalkozott, oroszlanrészlet vállalva a labor létrehozásában, mai arculatának kialakításában.

1941-ben született, egy Duna-menti kis faluban, Dunapentelén. Az akkori Magyarország iparpolitikája folytán nemsoká iparvárossá fejlődik szülőfaluja, és Dunaújváros lesz az új neve.

A kezdetek

Többéves útkeresés után (kifutófiú, kereskedő, idegenvezető) az akkor már 10 éves város legnagyobb üzemében, a Dunai Vasműben ismerkedik meg az anyagvizsgálattal 1963-ban, mint radiológus. 1964-ben az ultrahangos anyagvizsgálattal is kapcsolatba kerül, és így eleinte egyedül radiográfiai és ultrahangos vizsgálatokat végez acélszerkezeteken, csövezetéseken, kohászati nagyberendezéseken pl. öntőüstökön, hengerelt félkész termékeken és henger-művi berendezéseken.

1965-től radiológus csoportvezető. 1966-ban az akkor induló spirálcsőgyártó üzembe kerül, ahol az anyagvizsgáló és minőségellenőrző csoportot vezeti. Tevékenységük az alapanyag minőségi átvételétől a kész gázcsövek minőségi ellenőrzéséig terjed, melynek során komplex ronszolásmentes vizsgálatokat hajtottak végre. Így például folyamatos radiográfiai és gépi ultrahangos ellenőrzéseket is.

Közben elvégzi a Felsőfokú Kohóipari Technikum gépgyártástechnológia szakát, és 1973-ban üzemmérnöki végzettséget szerez. Két fiú gyermeke is Dunaújvárosban születik.

A nagy lehetőség

A hetvenes évek közepén, az alig 40 km-re fekvő Pakson kezdik meg az ország első atomerőművének építését, és ezzel párhuzamosan az üzemeltető személyzet toborzását is. Béla, több más fiatal szakemberhez hasonlóan, kihívást érez a kívülről számára ismeretlen létesítményben való munkában.

1979-ben munkahelyet vált: a Paksi Atomerőműnél ronszolásmentes anyagvizsgáló csoportvezetőként alkalmazták.

Vezetésével hajtják végre az üzemelés előtti ellenőrzéseket, az ún. 1. és 2. revíziós vizsgálatokat. Ezek munkaprogramjait az orosz szakértőkkel együtt dolgozzák ki, megteremtve így az ismétlődő, időszakos vizsgálatok kiinduló adatait.

1987-ben megszerzi a röntgen III. szakmai képesítést.

Az anyagvizsgálatok operatív irányítása mellett sok energiát fektet a szakmai problémák megoldásába is. Ilyen például az ausztenites és tranzienis varratok ultrahangos vizsgálata, amely a III. fokozatú ultrahangos szakdolgozatának témája is. A főkeringtető vezeték varrait és a reaktortartály csomkvarrait az általa kidolgozott technológia szerint vizsgálják.

Ekkorra a Farkas Béla név már nemcsak Magyarországon, hanem külföldi szakmai berkekben is ismertté válik. Élő szakmai kapcsolatot tart fenn nem csupán az orosz és a reaktortartályt építő Skoda cég, hanem a szomszédos VVER erőművek ronszolásmentes szakembereivel is.

Az üzembe helyezés előtti vizsgálatok tapasztalatairól, a X. ronszolásmentes konferencián Moszkvában (ICNDT X.), plenáris előadáson számolhatott be.

Az építés sok-sok érdekes története közül kettőt választott ki.

Az első 1981-ben történt. A szállító ultrahangos szakértőt küldött egy vitatott eredmény egyeztetéséhez. A kolléga 41°- és 57°-os vizsgálófejjel és USM2 készülékkel rendelkezett, a magyar fél USL35, illetve MWB45N2 vizsgálóegységgel. A mérési eredmények sehogy sem akartak egyezni. A tolmács sajnos nem tudta megfelelően közvetíteni az olyan szakszavakat, mint pl. „hangtér-torzulás, irányítottság, mélység-kiegyenlítés, hanggyengülés-változás”. Ekkor Bélának egy nagyszerű ötlete támadt: „A puding próbája a megevés”. Egy határozott mozdulattal a kolléga kezébe nyomta 45°-os vizsgálófejet, vizsgálókábel-t és intett, hogy nosza rajta, lehet vizsgálni. Ahogy a felületre ért a fej, máris kibökte a képernyő tetejét a visszhang csúcsa, mintha sütné, úgy kapta el a kezét a szakértő. A -6 dB erősítés-csökkentés után, még mindig „forró” volt a felület, majd egy gyors egyeztetés után a főkonstruktor rövid úton engedélyezte a hiba kijavítását.

1985-ben esett meg a másik történet. Berendezések gyártóművi átvétele során az éjszakai műszak több radiográfiai felvételt készített hegesztési varratokról. Reggel Béla az értékelés során a felvételeken egy új, eddig nem használatos etalon képét fedezte fel. Rögtön szólt a laborvezetőnek, hogy nézzen utána az újdonságnak, és egyben tudakolja meg, hogy hol lehet dobozos sört kapni? Igen hamar kiderült ugyanis, hogy a filmen megjelent tárgy egy dobozos sör nyitófüle volt.

Csúcspont

Nagy szerepe van az ismétlődő, időszakos vizsgálati programok kidolgozásában és aktualizálásában. Ezekre azért volt szükség, mert a VVER típusú reaktorokhoz nem áll rendelkezésre az ASME XI-hez hasonló előírásrendszer. Ez a Nukleáris Biztonsági Felügyelet által jóváhagyott előírásrendszer 12 keret-programból áll, amely tartalmazza az erőmű teljes időszakos ellenőrzési feladatait. Ennek melléklete az úgynevezett Módszertani és Kritegium Gyűjtemény, amely a különböző vizsgálatok módszereit és kritegiumait foglalja össze.

A mai napig 40 reaktorév után 40 időszakos ellenőrzést végeztek el, melyek részben hozzájárultak ahhoz, hogy a négy paksi blokk 1994-ben a világ első 25 atomerőműve között található.

Az OSART-vizsgálat is alátámasztotta, hogy a PA Rt. biztonságát befolyásoló valamennyi berendezésének anyagvizsgálata jól szervezeten, magas szakmai színvonalon folyik. Kétség kívül ebben igen nagy szerepe van a ronszolásmentes labor vezetőjének, Farkas Bélának.

Munkáját több kitüntetéssel is elismerték, de ezek közül a céggyűrűre a legbüszkébb, amit 1993-ban ítél oda neki az Rt. vezetése. Ezt a kitüntetést az erőmű azon dolgozói kaphatják, akik hosszú távon kiemelkedő teljesítményt nyújtottak.

Manapság, a nyugdíjhoz közeledve, Béla új elfoglaltság után nézett. Mivel világ életében a Duna mellett élt, ezért úgy döntött, hogy vásárol egy kis hétvégi telket a Duna-parton. Azóta szabadideje jórészt csendes kertészkedéssel telik.

Palásti József

Tanfolyamok 1996-ban

MINŐSÉGÜGYI TANFOLYAMOK

TÜV Rheinland Akadémia Hungária – MMT közös, vizsgaköteles német-magyar nyelvű bizonyítványt adó tanfolyamok:

- **Minőségügyi szakember;** időtartama 12 nap
- **Minőségügyi megbízott;** időtartama 15 nap
- **Minőségügyi auditor;** időtartama 13 nap
- **Minőségügyi technikus;** időtartama 16 nap
- **Minőségügyi menedzser;** időtartama 29 nap

Jelentkezés és felvilágosítás: Magyar Minőség Társaság, Somogyi Miklós, tel.: 1 218-3011/473; fax: 1 218-0267

ÉMI-TÜV Bayern, a TÜV Akadémia keretében szervezett, 5 napos, német-magyar nyelvű bizonyítványt adó tanfolyamok:

- **Minőségirányítási megbízott (QMB)**
- **Minőségirányítási auditor (QMA)**
- **Minőségirányítási menedzser (QM)**

Jelentkezés és felvilágosítás: ÉMI-TÜV Bayern Kft.

2000 Szentendre, Dózsa György út 26. Pf. 170.

Tel.: 06/26-315-765; fax: 06/26-315-764

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET TANFOLYAMAI

OKJ-szakképesítést adó tanfolyamok:

- **Minőségellenőr tanfolyam** Időtartam: 150 óra
- **Minőségügyi felülvizsgáló és tanúsító (auditor) tanfolyam** Időtartam: 120 óra

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMOK:

- **Radiológiai vizsgáló:** RT1, RT2, RT3
- **Ultraszagos vizsgáló:** UT1, UT2, UT3, UT2T
- **Mágneses, penetrációs, vizuális vizsgáló:** MPVT1, MPVT2
- **Órványáramos vizsgáló:** ET1, ET2
- **Rezgéselemző:** VAT1, VAT2
- **Színképelemző:** ST1, ST2
- **Általános hegesztett terméket vizsgáló inspektor:** INSP

Vizsgaköteles közép- (1), felsőfokú (2 és 3) és továbbképző tanfolyamok.

KOMPLEX EUROMÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ TANFOLYAM

Időtartam: 900 óra

Regisztrált munkanélkülieknek díjtalan a részvétel!

KÖRNYEZETVÉDELMI TANFOLYAMOK

Az ISO 14000 szabványsorozat szerinti környezetirányítási rendszerek bevezetésére felkészítő, német-magyar TÜV-GTE-bizonyítványt adó tanfolyamrendszer:

- *Alaptanfolyam, ötnapos*
- *Szakosító tanfolyamok*
- *Környezetvédelmi munkatárs*
- *Környezetvédelmi auditor*
- *Környezetvédelmi megbízott*
- *Környezetvédelmi menedzser*

Ipari szennyezés-kibocsátások csökkentésének technológiai és gépészeti megoldásai

Német-magyar TÜV-GTE-bizonyítványt adó mérnöktovábbképző tanfolyam.

Időtartam: 60 óra, (heti egy nap 6 óra)

JELENTKEZÉS ÉS FELVILÁGOSÍTÁS

GTE Oktatási Iroda, 1027 Budapest, Fő utca 68. III. em. 344.

Tel.: 202-1382 vagy 201-2011/422, 626 – Fax: 201-7180

Nemzetközi rendezvények 1996-ban

4th Int. Conf. on Localized Damage, Fukuoka, Japán, 1996. június 3-5. Cím: Mrs. J. Evens, Conf. Secretariat – LD96 Wessex Inst. of Technology címén Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. Tel.: 44 (0) 170 3293223, Fax: 44 (0) 170 3292853.

5th World Conf. on Neutron Radiography, Berlin, Németország, 1996. június 17-20. Cím: DGZfP, Motardstrasse 54. 13629 Berlin, Germany. Fax: + 30 386 29918

IUTAM Symp.: Innovative Computational Methods for Fracture and Damage, Dublin, Írország, 1996. június 30-július 5. Cím: Dr. P. O'Donoghue, Dep. of Civil Engineering University College Dublin, Earlsfort Terrace, Dublin 2, Ireland. Tel.: 353-1-7067373, fax: 353-1-7067399

5th Int. Conf. on Computer Aided Design in Composite Material Technology – CADCOMP'96, Udine, Olaszország, 1996. július 1-3. Cím: Mrs. A. Goodchild,

Conf. Secretariat – CADCOMP'96, Wessex Inst. of Technology címén (lásd az LD'96-nál)

4th Int. Conf. on Structures under Shock and Impact – SUSI'96, Udine, Olaszország, 1996. július 3-5. Cím: Conf. Secretariat – SUSI'96, Wessex Inst. of Technology címén (lásd az LD'96-nál)

7th Int. Symp. on Tubular Structures, Miskolc, 1996. augusztus 28-30. Szervezi az IIV XV-E albizottsága, a Miskolci Egyetem és a GTE. Jelentkezés dr. Farkas József, ME, 3515 Miskolc-Egyetemváros.

IIV-közgyűlés, Budapest, 1996. augusztus 31-szeptember 6. Szervező: GTE Hegesztési Központ Szakosztály

IX. Nemzetközi Szerszámkonferencia, Miskolc, 1996. szeptember 3-5. Cím: dr. Dudás Illés, Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros, Tel./fax: 46/364 941

11th European Conf. on Fracture; Politiers-Futuroscope, Franciaország, 1996. szeptember 3-7. Cím: Prof. André Dragon, LMPM, ENSMA-Site du Futuroscope, B. P. 109-F-86960 Futuroscope Cedex. France. Tel.: 33 49498224, fax: 33 49498238.

9th Int. Symp. on Creep-Resistant Metallic Materials, Hradec nad Ostravici, Cseh Köztársaság, 1996. szeptember 23-25. Cím: Mr. R. Gladis, Research and Development Inst. of Vitkovice, Pohranicni 31. CZ-70602 Ostrava-Vitkovice, Czech Republic, Tel: +42 692926101, fax: +42 6954777

5th Int. Conf. on Non-Destructive Testing, Microanalytical Methods and Environmental Evaluation for Study and Conservation of Works of Art, Budapest, szeptember 24-28. Szervezi a Magyar Kémikusok Egyesülete együttműködve az olasz AIPnD rrv-egyesülettel és az ICR restauráló intézettel. Jelentkezés június 1-ig az MKE címén: 1027 Budapest, Fő u. 68., tel.: 201-6883, fax: 201-8056

Int. Conf. Deformation and Fracture in Structural Power Metallurgy Materials, Magas Tátra, Stará Lesná, Szlovákia, 1996. október 13-16. Cím: Ing. Emőke Rudnayová, Inst. of Materials Research, SAS, Watsonova 47. 04353 Kosice, Slovakia, fax: + 42/95 37108, E-mail: rudnay@linux 1. saske. sk.

14th World Conf. on Non-Destructive Testing, New Delhi, India, 1996. december 8-13. Szervező: Indian Society for NDT. Cím: Dr. Baldev Raj, president of ICNDT, director Metallurgy and Materials Group, Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam 603 102, Tamilnadu, India. Tel.: 04117-40301/40356 (O), 04117-40342 (R), Fax: 04117-40360 és 04117-40336. E-mail: dmg@igcar.iltm.emet.in. Jelentkezés legkésőbb 1996. augusztusában.

A Gépipari Tudományos Egyesület országos rendezvényei: VI. Tribológiai konferencia, Budapest, BME, 1996. június 6-7.; Minőségbiztosítás nyári szabadegyetem, Győr, július 15-20., Széchenyi István Főiskola, Korrózió és környezetvédelem, Debrecen, 1996. október 7-12.

A Magyar Kémikusok Egyesülete országos rendezvénye:

Vegyészkonferencia '96, Eger, július 2-4. Témakörök: analitikai mérések minőségbiztosítása, automatizált elemzés, elektroanalitika, érc-, kőzet- és fémanalitika, klinikai analitika, környezetvédelmi analitika, kromatográfia, NMR spektroszkópia, radioanalitika, szerves analitika, termoanalitika, tömegspektrometria. *Jelentkezés az MKE címén:* 1027 Budapest, Fő utca 68. Fax: 201 8056. E-mail: h11536 mke@ ella.hu A szervezőbizottság elnöke: dr. Liptay György, BME Szervetlen Kémia Tanszék, tel.: 463 1479, fax: 463 3953

39. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Mosonmagyaróvár, szeptember 4-6. *Jelentkezés:* előadás-kézirattal is, június 30-ig az MKE titkárságán.

Nemzetközi rendezvények 1997-ben

9th Int. Conf. on fracture – ICF9, Sydney, Ausztrália, 1997. április 1-5. Jelentkezés max. 500 szavas előadáskivonattal azonnal! Cím: Prof. A. Dragon, LMPM, ENSMA – Site du Futuroscope B. P. 109. 86960 Futuroscope Cedex, France. Tel.: (+33) 49498224, fax: (+33) 49498238

EUROMAT 97, Maastricht, Hollandia, 1997. április 21-23. A nyolc párhuzamos szimpózium: A) metals and composites, B) polymers and composites, C) ceramic, glass and composites, D) surface engineering, E) functional materials, F) microstructural characterization of materials, G) sustainable development, H) application of materials in relation to design and production. Jelentkezés 200 szavas angol nyelvű előadáskivonattal 1996. július 1-ig az EUROMAT 97 Secretariat, PO Box 390, NL-3330 AJ Zwijndrecht, The Netherlands címén. Telefon: ++ 31-78-619 2655, fax: ++ 31-78-619 5735, e-mail: bvm a metropolis.nl

11th Int. Conf. on Strength of Materials – ICSMA-11, Prága, Cseh Köztársaság, 1997. augusztus 25-29. Cím: Secretariat ICSMA-11 c/o Dr. L. Kunz, Acad. of Sciences of the Czech Republic Inst. of Physics of Materials, Zizkova 22., 61662 Brno, Czech Republic, Tel.: (+42) 5746327, fax: (+42) 541212301

ANYAGVIZSGÁLOK LAPJA 1995. évi 5. évfolyamának tartalomjegyzéke

Cikkcímek rovatok és témakörök szerint

Szám Oldal

MŰSZERES ANALITIKA

Spektrometria és spektrofluorimetria alkalmazása a gyógyszer-analitikában, <i>dr. Milch György</i>	1	31
A nagy hatékonyságú folyadékromatográfia (HPLC) analitikai alkalmazása: biokromatográfia, <i>dr. Szepesy László</i>	1	34
Infravörös spektroszkópia az analitikai gyakorlatban és a molekulaszervezet-vizsgálatban, <i>Kissné dr. Erőss Klára</i>	1	38

RmV-HELYZETKÉP

A megbízhatóság, a feszültséganalízis és a meghibásodás megelőzésének komplex egysége, <i>dr. Berke Péter, dr. Michelberger Pál</i>	1	6
Szerkezetek integritása – Roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatósága, <i>dr. Tóth László</i>	1	8
Hozzászólás dr. Tóth László cikkéhez, <i>dr. Berke Péter, dr. Michelberger Pál</i>	2-3	94
Válasz a hozzászólásra, <i>dr. Tóth László</i>	4	117
Fejldési irányok a roncsolásmentes vizsgálatok területén a 6. ECNDT tükrében, <i>dr. Karsai István, Fücsök Ferenc</i>	2-3	43
A roncsolásmentes anyagvizsgálat fejlesztése az állapotellenőrzés számára, <i>dr. Rittinger János</i>	2-3	49
Építmények hegesztett kötéseinek roncsolásmentes vizsgálati eredményeivel szemben támasztott követelmények, <i>dr. Rittinger János</i>	2-3	92
Beszámoló a IX. roncsolásmentes anyagvizsgáló szemináriumról, <i>Fücsök Ferenc, Pintér László, Tarnai György</i>	4	115

Ultrahangvizsgálat

A gépi ultrahangos időszakos vizsgálatok előírásrendszere, <i>Farkas Béla</i>	2-3	51
A TriAS vizsgálóberendezés fejlesztése és felépítése, <i>Szabó Dénes, Palásti József</i>	2-3	53
A TriAS vizsgálatok első tapasztalatai, <i>dr. Pinczés János, Palásti József</i>	2-3	55
A TriAS rendszer megbízhatóságának elemzése, <i>Fücsök Ferenc, Palásti József</i>	2-3	57
Reaktortartály-vizsgálatok eredményeinek értékelése, <i>dr. Pinczés János</i>	2-3	59
Csonkmodell megvalósítása az ultrahangos vizsgálat fejlesztéséhez, <i>Tarnai György</i>	2-3	61
Beépített turbinalapát ultrahangos vizsgálati technológiájának kidolgozása, <i>Gubicza Péter, Bagi István, dr. Váradi Károly</i>	2-3	65
Ultrahangos falvastagságmérés a többszörös visszhang módszerrel, <i>Rózsa Sándor</i>	4	112
Ultrahangos falvastagságmérés gyakorlata a Mol Rt. Tiszai Finomítóban, <i>Fábián Pál</i>	4	114
Akusztikus emisszió az állapotvizsgálatban, <i>Szélig Károly</i>	2-3	90

Örvényáramos vizsgálat

Különleges örvényáramú vizsgálati eljárások, <i>Tóth Ferenc</i>	1	11
Felületi rétegvastagság mérése örvényáramos módszerrel, <i>Gyura László</i>	2-3	68
Fogaskerekek cementált kéregvastagságának mérése örvényáramos módszerrel, <i>Papp Tibor</i>	2-3	70
Örvényáramú csővizsgálatok, <i>Spokál István, Klausz Gábor</i>	2-3	71
A zavaró jelek kiszűrése a hőátadó csövek örvényáramos vizsgálatának értékelése során, <i>Buglyó Imre</i>	2-3	74
Belső menetes felületek örvényáramú hibakereső vizsgálata, <i>Csepregi István, Kulcsár Tibor</i>	2-3	77
Egy új módszer lehetőség és repedés méretének és terjedésének mérésére, <i>Harnisch József</i>	2-3	78

Felületi vizsgálatok

Mágneses anyagvizsgálatok, <i>Tóth Ferenc</i>	4	101
A vizuális vizsgálat és eszközei, <i>Szűcs Pál, Wohlráb Zsuzsanna</i>	4	109

Csővezetékek, tartályok

Roncsolásmentes vizsgálatok szerepe a föld alatti csővezetékek állapotmegítélésében, <i>dr. Nagy Gyula, dr. Török Imre, dr. Lukács János</i>	2-3	80
Tárolótartályok komplex állapotellenőrzése, <i>Lehoczky György</i>	2-3	81
Álló hengeres tartályok fenéklemezének állapotellenőrzése, <i>dr. Bacskai Antal, Csizinszky László</i>	2-3	83

A Magyar Tartálytechnikai Szövetség hírei

A tartályszövetség célja, <i>Holl Józsefné</i>	1	26
Tárolótartályok: jogszabályi háttér és műszaki követelmények, <i>Somogyi Sándor</i>	1	27
Gondolatok a tömörségvizsgálatról, <i>Domak Gábor</i>	1	26
A vezetőség határozatai – A szakképzés programja, <i>Holl Józsefné</i>	2-3	79
Szövetségünk munkájáról, <i>Holl Józsefné</i>	4	131
Engedélyezett szívárgásfigyelő készülékek, –	4	131
Módosították a tartályrendeletet, <i>dr. Lehofer Kornél</i>	4	132

SZÁMÍTÁSTECHNIKA

Számítógépes bővítőkartúra alapozott örvényáramú mérőrendszer, <i>Lautner Nándor, Kulcsár Tibor, Tóth Ferenc, Pawel Kamasa, Szabó Tibor</i>	2-3	87
Az akusztikus emissziós vizsgálat kiértékelési problémái, <i>dr. Zolnay Gábor</i>	2-3	88
Integrált digitális laboratórium, <i>R. A. Gregory</i>	1	3

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Dinamikus mechanikai anyagvizsgálatok mérés technikai problémái, <i>Major Zoltán</i>	1	21
A fáradásos repedésterjedéssel szembeni ellenállást tükröző anyagi mérőszámok megbízhatósága, <i>dr. Lukács János</i>	4	120
A K_{IC} törési szívósság anyagszerkezet-függése, <i>dr. Lehofer Kornél</i>	4	123
Az érintkezési feszültség mérési módszerei, <i>dr. Thamm Frigyes</i>	4	125
Antimonos ólomrácok szilárdságnövelése, <i>Dobránzsky János, Precskó József</i>	1	19

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK

A Mitutoyo érdességmérő-család, *Hidas István* 1 16

SZEMLE

Fleximat – új, korróziót figyelő rendszer 1 10

DEW check a felületkezelésben – DeFelsko 100 ultrahangos bevonatvastagság-mérő 4 119

XXV. kolorisztikai szimpózium, *dr. Farkas László, Kovácsné dr. Stahl Ágnes* –

XII. Duna–Adria szimpózium, *dr. Borbás Lajos* 4 118

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – SZABVÁNYOSÍTÁS

III. Magyar Minőségi Hét, *Pákh Miklós, dr. Róth András* 1 30

Áttérés a minőségbiztosításban, *dr. Róth András* 2–3 95

Kerekasztal-megbeszélés a minőségköltségről, *Kondor István* 2–3 96

Kötelező alkalmazású szabványok 1 26

..... 4 116

A tűzvédelem kötelező nemzeti szabványai 2–3 82

A szabványosítás és az akkreditálás új rendje 4 108

HIVATÁSETIKA

Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratórium etikai kódexe 2–3 97

Az American Society for Non-destructive Testing (ASNT) etikai kódexe 4 133

A mérnökök társadalmi felelőssége és szerepe, *dr. Lehofer Kornél* 4 133

MÉRFOLDKÖVEK

A röntgensugárzás százéves, *dr. Lehofer Kornél* 2–3 89

A törésmechanika rövid története, *dr. Tóth László* 4 134

Dr. Hegedűs Zoltán 4 137

HÍREK

KÖNYVEKRŐL

ESEMÉNYNAPTÁR

MIT KÍNÁLUNK ÖNNEK? MIT KÍNÁLUNK ÖNNEK? MIT KÍNÁLUNK ÖNNEK?

KÉSZÜLÉKEKET, BERENDEZÉSEKET

ANYAGVIZSGÁLAT

- *Roncsolásmentes vizsgálat*
 - ultrahangos készülékek
 - mágneses készülékek
 - festékdifúziós eszközök
 - örvényáramos készülékek
 - röntgenkészülékek
 - röntgenfilmek
- *Vizuális vizsgálat*
 - üvegszálas endoszkóp
 - video endoszkóp
 - boreszkóp
- *Mechanikai vizsgálat*
 - keménységmérők
 - szakítógépek
 - ütőművek
 - keménységösszehasonlító lapok
- *Anyagösszetétel elemzés*
 - optikai emissziós és
 - röntgenfluoreszcens színképelemző berendezések
- *Korróziós vizsgálat*
 - sópermet- és nedvesköd-kamrák

MÉRÉSTECHNIKA

- *Gépek állapotellenőrzése*
 - rezgésmérők
 - csapágyállapot-mérők
 - egytengelyűség-mérők
- *Beton- és vasbetonszerkezetek állapotellenőrzése*
 - szilárdságra
 - elektrokémiai korrózióra
- *Környezetvédelmi mérések*
 - zajszintmérők
 - hőmérsékletmérők (érintésmentes és tapintós)
 - nedvesség- és páratartalom-mérők
 - füstgázelemzők
 - légszennyezettség-mérők gázokra, gőzökre
 - talaj- és vízvizsgáló készletek
 - mobil és telepített mérőállomások
- *Hosszméréstechnika*
 - tolómérők
 - mérőórák
 - mérőgépek
 - érdességmérők
 - teljes Mitutoyo program
 - kaliberek
- *Bevonatvastagság-mérés*
 - mágnesezhető és
 - nem mágnesezhető fémek és egyéb anyagokon

ÚJ CÍMÜNK!

TESTOR

H-1124 Budapest, Meredek u. 45. H-1538 Budapest Pf. 528. Telefon: (361) 319-4782 Fax: (361) 319-2284

Ha **HEGESZTÉS**

akkor



Oscar **K**jellberg svéd mérnök
1904-ben hajók és kazánok javításánál
új minőségi célt tűzött ki maga elé.

E feladat megoldása vezette el a
bevonatos elektróda feltalálásához,
a modern hegesztéstechnológia
alapjainak megteremtéséhez.

Az **1904-ben alapított ESAB** cég
értelemszerűen e szakmában
a legnagyobb tapasztalattal rendelkező
cég a világon.

Ma az **ESAB** a **No. 1** a hegesztésben.

Ma már az ESAB cég vala-
mennyi gyára rendelkezik az
ISO 9000 szerinti minősítéssel.

HEGESZTŐANYAGOK HEGESZTŐGÉPEK LÁNGVÁGÓGÉPEK ALKATRÉSZELLÁTÁS SZERVIZ



OK hegesztőanyag **OK**é!



ESAB Kft

Tel.: (06-1) 204 41 82

1117 BUDAPEST
Budafoki út 95-97.

Telefax:
(06-1) 204 41 86

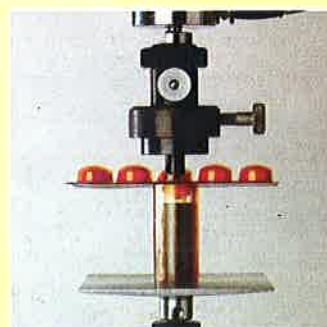
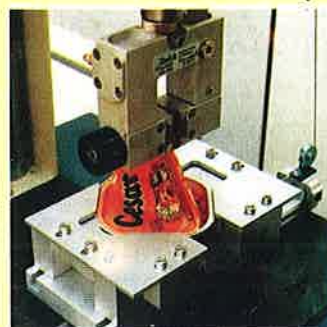
Zwick

Materialprüfung

anyagvizsgálat felsőfokon



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



IKA-Kalorimetersystem – Analysentechnik



IKA KALORIMÉTER szilárd és cseppfolyós anyagok energiatartalmának (fűtőérték, égéshő) meghatározására a DIN 51900, ASTM 240 D, ISO 1928 és BSI szabványok szerint, egyben kén- és halogén-meghatározási lehetőség. Különböző rotációs viszkozitásmérők



Precisa

nedvesség-mérő készülék
analitikai- és táramérlegek
hitelesíthető kivitelben is,
önkalibrációs rendszer,
csatlakoztatható nyomtató
precíziós mérlegasztalok

SVÁJCI MINŐSÉG,
KEDVEZŐ ÁR!

ALBORN ALMEMO

hőmérséklet, légsebesség,
légnedvesség, nyomás,
frekvencia, mV, mA, fordulat-
szám és egyéb jellemzők
mérése egy készülékkel.

érintés nélküli infrahőfok-
mérők, adatgyűjtők,
szoftverek, nyomtatók.



Magyarországi képviselő: Senselektro Kft. 1064 Budapest VI., Vörösmarty u. 33. Tel.: 3427-982, fax: 2848-180
Forgalmazás, üzembehelyezés, garancia, garanciaidőn túli szervizszolgáltatás, karbantartás,
pótalkatrész- és tartozékszállítás

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!