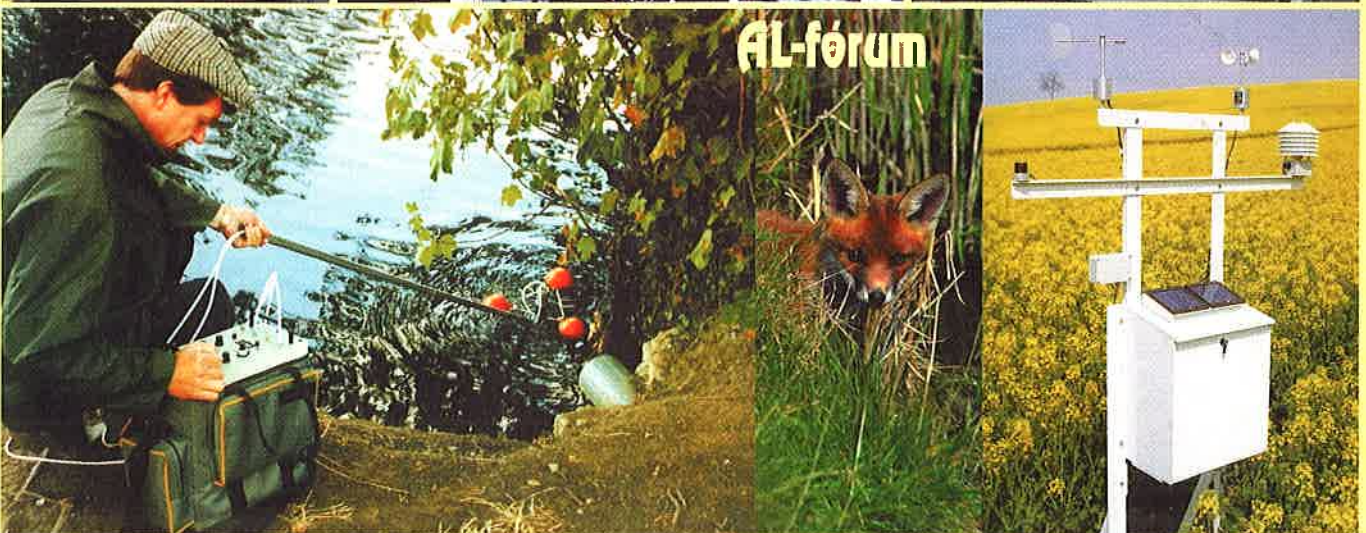
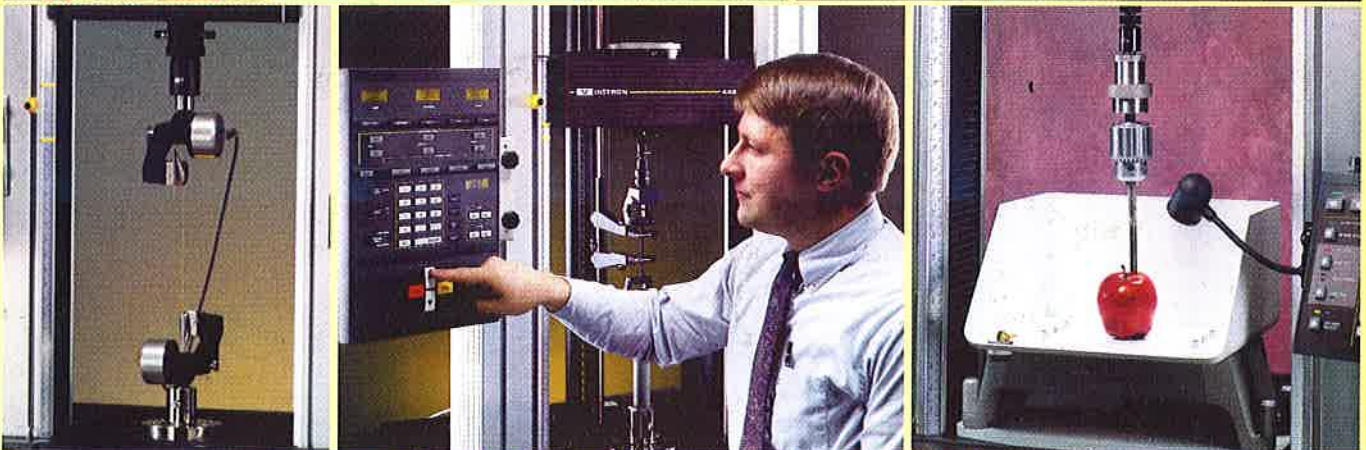


ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS



A 25 éves



bemutatkozik

Központban a minőség!



Minőség
Megbízhatóság
Gazdaságosság



Minden hegesztési eljáráshoz, beleértve a plazmatechnikát is. Több mint 350 fajta hozaganyag mind a kötő- mind a javító- vagy felrakóhegesztéshez. Az ötvöztési választék kiterjed az ötvöztetlen tipustól a melegszilárd, nagyszilárdságú, illetve nagy hőszilárdságú, továbbá a korrózió-, sav- és hőálló ötvözeteken keresztül a duplex, superduplex valamint a nikkel-, wolfram- és kobaltbázisú és aluminium ötvözetekre.

BÖHLER és UTP. gyártmányú hegesztőanyagok minden eljáráshoz és minden alapanyaghoz

- Lágy- és keményforrasztáshoz szükséges anyagok • Színesfém hegesztőanyagok
- Szerszámacélok, nemesacélok forgalmazása • Fronius hegesztőgépek értékesítése

Díjtalan szaktanácsadás • Árusítás raktárról, illetve megrendelésre rövid határidővel

MINDENT EGY HELYEN!



BÖHLER SCHWEISSTECHNIK

BÖHLER KERESKEDELMI KFT. • BUDAPEST X., Ceglédi út 19. • 1476 BUDAPEST, PF. 44.
TELEFON: 260-6482 • TELEFAX: 263-2725

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén
Budapest XII., Törpe u. 8.
1538 Budapest, Pf. 528.
Telefon: 155-9886
Telefax: 155-2618

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:

Szappanos 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 szla. számon. Az előfizető csekken a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják be az előfizetésre vonatkozó időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

Formakészítés: **PC-PRINT BT.**

FIGYELEM!

**Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!**

ISSN 1215–8410

Beköszöntő

Évkezdésünk hagyománya a Magyar Regula műszerkiállításához kapcsolódó szakmai fórum, amely módot ad a kiállítóknak újdonságaik részletesebb bemutatására. Ehhez felkínáltuk a hatodik évfolyamába lépett lapunk első számát is, amelyet – eredményekben gazdag új évet kívánva – nyújtunk át olvasóinknak és az AL-fórum valamennyi résztvevőjének, mellékelve az AL-fórum részletes programját. Köszönjük az előzetesen visszajelzett érdeklődésüket, és mindannyiukat várjuk fórumunkra, csakúgy mint kiadónk, a Testor BT. kiállítási szalonjába. Jó tájékozódási alkalom ez a rendezvénysorozat a munkánkat segítő korszerű mérő- és vizsgálóeszközökről.

Szerkesztőbizottságunk változatlanul törekszik a különböző iparágak anyagvizsgálói, állapotellenőrzési és minőségbiztosítási tapasztalatainak és eredményeinek bemutatására, a szabványosítás és a laboratóriumok akkreditálásának új szervezeti rendszerével összefüggő információk közreadására. Közérdekűnek tartjuk a tulajdonos-, a szervezeti vagy a termékszerkezet-váltás folyamatában átalakuló, újjászerveződő laboratóriumi közösségek bemutatását is. Egyszerűen várjuk szakértő olvasónk lapunk rovataiba illő írásait, közérdekű híreit szakmánk újdonságairól, rendezvényeiről csakúgy, mint a lap megjelenését támogató hirdetéseiket is.

Az idén is szerkesszük együtt az Anyagvizsgálók Lapját!

A szerkesztőbizottság

Köszöntjük az Energiafelügyelet jubiláló laboratóriumát!

Az anyagvizsgálat művelőjének a huszonöt év emberléptékű évforduló, és összemérhető a vizsgálat tárgyainak, az ipari berendezéseknek tervezett élettartásával. Korszak, amelynek kezdeteiről még valós emlékek és polcra leemelhető dokumentációkat őriztünk meg, amelynek tapasztalatait a jelen állapotaival szembevetve tudjuk hitelesen összegezni és továbbörökíteni.

E gondolatoknak nyomatékot adnak az Energiafelügyelet jubiláló Anyagvizsgáló Laboratóriuma munkatársainak tevékenység-összegző – lapunkban is közölt – írásainak elolvasása. Hiszen, a laboratórium létrehozásának alapvető célja a társadalom igényeit kielégítő, ám veszélyes üzemű petrokémiai, vegyipari és energetikai technológiai berendezések és rendszerek biztonságos üzemeltetése műszaki feltételeinek ellenőrzése, mind a létesítés, mind az üzemeltetés során, annak érdekében, hogy az ipari tevékenység társadalmi és környezeti kockázata elfogadható szint alatt maradjon, hogy megelőzhető legyenek az esetleges katasztrófák. (Közbevetve, emlékeztetül: a labor-alapítást megelőző évben, 1969. január 1-jén következett be Répcelakon a szén-savtartályok robbanásszerű rideg törése.)

Az anyagvizsgálók ezen, kezdetektől fogva alapvető feladatát az ÁEEF-laboratórium szakértő közössége az új ismeretek, a hazai és külföldi tapasztalatok hasznosításával, valamint a fejlődést követő módszerek és eszközök alkalmazásával mindeddig megbízhatóan el tudta látni. Rászolgáltak szakmai közösségünk elismerésére.

A negyedszázados jubileuma alkalmából abban a reményben köszöntjük az ÁEEF-laboratórium közösséget, hogy felhalmozott szakértelemtőkéjük hozzáadásával túléljük a működési területükön, csupán rövidlátó pénzügyi megfontolásokkal zajló szerkezetváltás nélküli tulajdonosváltást, illetve az EU-irányelvek szerint valóban szükséges jogharmonizáció következményeit, és az Anyagvizsgálók Lapjában is olvashatunk majd újabb eredményeikről.

Ehhez kívánok, mindannyiunk nevében, kitartó türelmet, erőt és jó egészséget!

Dr. Lehofer Kornél

felelős szerkesztő

MŰSZERES ANALITIKA – ANALYSIS WITH INSTRUMENT – INSTRUMENTELLE ANALYSE

Dr. Balla József, Camarasu Costin:

A GC-MS-módszer szerepe a környezetvédelmi analízisben

Role of the GC-MS method in the environmental analysis

Rolle der GC-MS Method im Umweltschutzanalyse 3

Dr. Cserfalvi Tamás:

Környezetvédelem – Analitika – Innováció

Protection of environment – Analysis – Innovation

Umweltschutz – Analyse – Innovation 7

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

Dr. Vas László M., dr. Halász Géza, Eördögh Imre, Szász Károly:

Fonamechanikai vizsgálatok képfeldolgozó rendszer segítségével

Mechanical testing of yarn by means of image processing system

Mehranische Prüfung des Fadens mit dem Bildverarbeitungssystem 9

Dr. László Péter, dr. Zana János:

Reológiai mérések a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen

Rheological measurements at the University of Horticulture and Food Industry

Rheologische Messungen in Universität für Gärtner und Lebensmittelindustrie 14

Lenkeyné dr. Biró Gyöngyvér, dr. Siegfried Winkler:

A mágneses és elektro-emissziós mérőtechnika alkalmazása műszerezett ütővizsgálatnál

Application of magnetic and electro-emission measuring technique by the instrumental impact testing

Anwendung der magnetische und elektrische Emission-Messverfahren für instrumentierten Schlagbiegeprüfungen 16

BEMUTATJUK A 25 ÉVES ÁEEF-LABORATÓRIUMOT – THE 25 YEARS OLD ÁEEF-LABORATORIUM IS INTRODUCED – WIR STELLEN DAS 25-JÄHRIGES ÁEEF-LABORATORIUM VOR

Becker István:

Az ÁEEF-laboratórium megalakulása

About establishment of the ÁEEF- power supervisory authority- laboratorium

Über Laboratoriumsgründung des ÁEEF- staatliches Amt für Energieüberwachung 19

Dr. Bacskai Antal:

Állapotértékelő, kárelemző vizsgálatok

Condition control, damage analysis

Zustandkontrollen, Schadenanalyse 20

Dr. Zolnay Gábor:

Állapotellenőrzés akusztikus emissziós vizsgálattal

Condition control by means of acoustic emission method

Zustandkontrolle mit Schallemission 23

Demeter Ákos:

Tapasztalatok az ipari kazántelegek vízelőkészítéséről

Experience about the water preparation of industrial boiler plants

Erfahrungen über Wasservorbereitung der industrielle Kesselanlagen 26

SZÁMÍTÁSTECHNIKA – COMPUTERTECHNICS – COMPUTERTECHNIK

Narancsik Zsolt:

INSTRON SERIES IX anyagvizsgálati programcsomag

INSTRON SERIES IX software package for material testing

INSTRON SERIES IX Software-Paket für Materialprüfungen 27

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUALITÄTSSICHERUNG

Pákh Miklós, dr. Róth András:

IV. Magyar Minőségi Hét

4th Hungarian Quality Week

IV. Ungarische Qualitätswoche 31

Mucsi Ferenc:

Környezetirányítási rendszerek tanúsítása

Accreditation of the environment direction system

Akkreditierung des Umweltsystemsystem 34

Dr. Fodor Péter:

Élelmiszeripari és mezőgazdasági laboratóriumok akkreditálása

Accreditation of the agricultural and food industrial laboratories

Akkreditierung der lebensmittelindustrielle und landwirtschaftliche Laboratorien 35

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONES – MEILENSTEIN

Dr. Lehofer Kornél:

Tetmajer-emlékülés Miskolcon

Tetmajer's memorial meeting at Miskolc

Tetmajer Denksitzung in Miskolc 36

Dr. Tóth László:

Tetmajer Lajos jelentősége a hazai anyagvizsgálatok fejlődésében

Louis Tetmajer's importance in development of the home material testing

Bedeutung von Ludwig Tetmajer in Entwicklung des heimatische Materialprüfungen 37

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER 40

A GC-MS-módszer szerepe a környezetvédelmi analízisben

Dr. Balla József – Camarasu Costin*

A gázkromatográfia és a tömegspektrometria összekapcsolásával létrejött gázkromatográfiás-tömegspektrometriás (GC-MS: gas chromatography-mass spectrometry) módszer és műszerkombináció szinte egyedüli, de mindenképpen nélkülözhetetlen lehetőségét teremtette meg az összetett, sokalkotós szerves vegyületekből álló objektumok analízisének. Így a természetből (növényekből, állatokból) izolált anyagok, az emberi szervezetbe bevitt anyagok és bomlástermékeik (metabolitok), gyógyszer-szennyezők, illóolajok, aromaanyagok, szerves vegyipari kiindulási, félkész- és késztermékek, petrokémiai termékek stb. elemzésénél döntő fontosságú az „ismeretlen” vegyületek felismerésében, minőségi és mennyiségi analízisben. Az utóbbi 1,5–2 évtizedben a környezetvédelmi analízisben is megnőtt a szerepe, különösen azóta, hogy a környezetbe kerülő technológiai szennyezőknek nem csak az összmenyiségét, hanem a szennyezők minőségét is ismernünk kell.

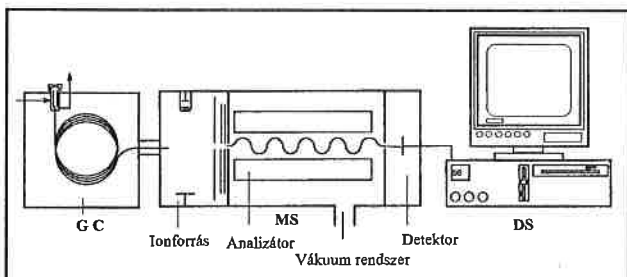
A sokrétű emberi igények kielégítéséhez igazodó technológiák és a közlekedés nagy mennyiségű és sokféle szerves vegyületből álló szennyezést juttat a környezetbe. Ezek jelentős része a levegőbe, a vízbe és a talajba kerül, más része pedig a növényekben, állatokban halmozódik fel. A szennyezők egy része elbomlik, másik része azonban nem, így nem csak közvetlenül (levegő, víz), hanem közvetve (táplálkozás) is veszélyessé válik az emberre és az élőlényekre egyaránt. Vannak olyan szennyezők, amelyek igen kis koncentrációban is igen veszélyesek az élőlényekre (pl. a rákkeltő policiklusos-aromás-szénhidrogének, vagy a szimmetrikus-tetraklór-dibenzo-furánok, vagy dibenzop-dioxinok), mások akkumulálódva, lassan fejthetik ki káros hatásukat (pl. klórozott peszticidek). Ez az oka annak, hogy a környezetvédelmi, egészségügyi szabályozások kis koncentrációkat (mg/m^3 , mg/kg) meghatározását biztosító módszerekre van egyre inkább szükség. Míg a gázkromatográfia és a tömegspektrometria külön-külön nem képes erre, addig együttesen, kiegészítve a hatékony kapilláris kolonnás gázkromatográfiával és a számítógép nyújtotta előnyökkel, minden igényt kielégítő megoldás adódik [1].

E határérték körüli koncentrációjú szennyezők biztonságos mérésére érzékeny, megbízható minőségi információt, ugyanakkor a sokalkotós minták alkotóinak a szimultán (egy mintából egyidejűleg) történő meghatározását biztosító módszerekre van egyre inkább szükség. Míg a gázkromatográfia és a tömegspektrometria külön-külön nem képes erre, addig együttesen, kiegészítve a hatékony kapilláris kolonnás gázkromatográfiával és a számítógép nyújtotta előnyökkel, minden igényt kielégítő megoldás adódik [1].

Hogyan épül fel egy ilyen műszerrendszer? Milyen szerepe van a főbb készülékelemeknek? Milyen analitikai teljesítményjellemzők vannak és milyen konkrét környezetvédelmi analitikai feladatok megoldására használhatók? Ezekre a kérdésekre igyekszünk röviden válaszolni a következőkben, s néhány környezetvédelmi analitikai példát is bemutatunk.

A GC-MS műszerrendszer

Az analitikai célú GC-MS műszerrendszerek három fő egységből épülnek fel. (1. ábra): gázkromatográf (GC), tömegspektrométer (MS) és számítógép (DS).



1. ábra Egy GC-MS műszerrendszer vázlata

* BME Általános és Analitikai Kémiai Tanszék, BME Kémiai OTKA Műszerközpont

Az egyes egységek többnyire önállóan is használható, összetett műszereknek tekinthetők.

A gázkromatográf olyan összetett műszer, amely sokalkotós, bomlás nélkül elpárologtatható szerves vegyületekből álló elegyek alkotóinak a hatékony elválasztására alkalmas. A gázkromatográf „lelke”, az ún. kolonna (oszlop), amely valójában valamilyen állófázisnak nevezett anyagot (adszorbens, abszorbens folyadékot) tartalmazó kis belső átmérőjű cső. Ezen áramoltatjuk át, egy állandó gázáram segítségével, az elpárologtatott mintát. Az átáramlás során azonban a minta különböző kémiai természetű molekulái és az állófázis között különböző jellegű és mértékű fizikai kölcsönhatások alakulnak ki. Ennek eredményeként az erősebb kölcsönhatásban résztvevő molekulák lassabban, a gyengébb kölcsönhatásban résztvevők gyorsabban haladnak át a kolonnán a gázáram hatására, így időben elkülönülnek. Az egyes molekulaféleségek időbeli megjelenése (retenció idő, visszatérési idő) jellemző az adott molekulára. A koncentráció eloszlásának (haranggörbe) az időbeli integrálja (a haranggörbe csúcsterülete) pedig az adott alkotó mennyiségével arányos. A kolonnáról kilépő molekulákra jellemző ezen adatokat valamilyen detektor, pl. a tömegspektrométer is, szolgáltatja. Míg azonban a gázkromatográfiában használatos detektorok és az alkotó időbeli megjelenése sem biztosít egyértelmű minőségi információt, addig a tömegspektrométer kitűnően pótolja ezt a hiányt. A mai, korszerűnek vélt GC-MS-rendszerek kifejlődésében fontos szerepe volt a kapilláris kolonnák elterjedésének, de még inkább a kvarc kapilláris kolonnák megszületésének [2]. E kolonnákat közvetlenül a tömegspektrométerhez lehet csatlakoztatni, így az elválasztott alkotók tömegspektrometriás mérésére közvetlenül a kolonnából való kilépésükkor sor kerül. A kolonna anyagából adódó szennyezések elkerülésére az állófázis immobilizálása (kémiai kötés a kvarc cső falához, az állófázis lineáris polimer láncainak a térhálósítása) ma már alapkövetelmény. Így a kvarc kapilláris kolonnák az igen kis mennyiségben (ng) jelenlévő, de nagyon sok alkotót (elvéleg 5000) tartalmazó minta alkotóinak az elválasztására képesek, kitűnő lehetőségét teremtve meg az elválasztott alkotók mennyiségi meghatározásának. A minőségi információt a tömegspektrométer szolgáltatja.

Az analitikai mérőműszerek között a tömegspektrométer önmagában is az egyik legösszetettebb. Gyengeáramok (10^{-16} A) mérését, nagyfeszültségű áramkörök (10–100 kV) használatát és a lehető legkisebb nyomás (nagy vákuumot 10^{-6} – 10^{-8} kPa) fenntartását is magában foglaló egységei mellett ezek működésének megbízható kézbeartását, a mérési eredmények interpretálását is biztosító komplex műszerrendszer.

Maga a tömegspektrometria olyan vizsgálati módszer, ahol a vizsgálandó mintából ionokat állítunk elő valamilyen gerjesztő (kinetikus, kémiai, fény, elektromos, termikus) energia segítségével. Ezeket az ionokat egy elektrosztatikus tér (gyorsító feszültség: 10–100 kV) hatására mozgásba hozzuk, s a mozgó, töltéssel rendelkező részecskéket valamilyen térben („üres” tér, mágneses, elektrosztatikus stb.) fajlagos tömegük (töltésegységre eső tömeg, m/z) szerint elválasztjuk. A részecskék mennyiségével arányos ionintenzitásokat valamilyen detektorral mérjük, így előállítunk egy intenzitásfajlagos tömegkapcsolatot, amelyet tömegspektrumnak nevezünk. E függvénykapcsolat normált változata (a legintenzívebb ion intenzitásának százalékában kifejezett relatív ionintenzitások és a fajlagos tömeg közötti kapcsolat) a *karaktisztikus tömegspektrum*, amely egyértelmű jellemzője egy adott szerves molekulának. Vagyis nincs két olyan szerves molekula, amelynek a tömegspektruma azonos lenne. Ez a spektrum olyan egyedi, mint az emberrel az ujjlenyomat. Egyrészt értelmezni lehet az adott tömegspektrumot („megfejteti”), másrészt a már felvett, adatbankokban tárolt spektrumokhoz hasonlítva állapítható meg a spektrumot adó molekula anyagi minősége. A tömegspektrométer csak akkor szolgáltat ilyen egyértelmű információt, ha a felvett spektrum egyetlen molekulafajtától származik. Elegyek tömegspektruma lényegében értelmezhetetlen.

Ezért szerencsés a gázkromatográffal való kapcsolás, mert egy adott elegy elválasztott alkotói külön-külön kerülhetnek be a tömegspektrométerbe.

Melyek a főbb egységei egy ilyen tömegspektrométernek? Amint az 1. ábrából is kiténik, a minta az ún. ionforrásba ionizálódik pl. termikus elektronokkal való ütközés hatására. A molekulából keletkezett ún. molekulaion labilis, így a keletkezése pillanatában stabilizálódni igyekszik, amelynek eredményeként kisebb tömegű, stabil töltéshordozók, gyökök, vagy semleges kovalens molekulák keletkeznek. A pozitív töltésű ionokat egy gyorsító tér (10–100 kV) egy irányító ionoptikai rendszeren át egy olyan térrészbe (analizátor) juttatja, ahol vagy az ionok detektálását és intenzitásuk érzékelését vagy egy ionsokszorozó, vagy az ionokat fotonokká konvertálva (pl. szcintillációs ernyővel) fotósokszorozó segítségével oldják meg. Egy-egy molekulából általában kb. annyi (vagy több) ion keletkezik, mint az eredeti molekula tömegszáma (a molekulatömeg egész számú része). Ez szerves molekulák esetében 100-as nagyságrend. Így tehát néhány 100 jelből álló tömegspektrumot kell elkészítenie a tömegspektrométernek 1 sec-nál rövidebb idő alatt akkor, ha egy kapilláris kolonnáról érkező alkotóról legalább 10 mintavételi ponton szeretnénk spektrumot kapni azért, hogy ezek átlagolásával valóban jellemző tömegspektrumokat nyerhessünk az elválasztott alkotókról. Ilyen, néhány tízed másodperces spektrumfelvételi idő mellett a mért hatalmas mennyiséget csak számítógépes adatgyűjtő rendszerrel lehet rögzíteni. Természetesen a felvett spektrumok interpretálása sem képzelhető el számítógépes segítség nélkül. Így a számítógép a GC–MS-rendszernek is nélkülözhetetlen része, nemcsak az adatgyűjtés, tárolás és feldolgozás miatt, hanem a teljes mérőrendszer „felügyeleti” és a működési paraméterek szabályozása, optimalása miatt is.

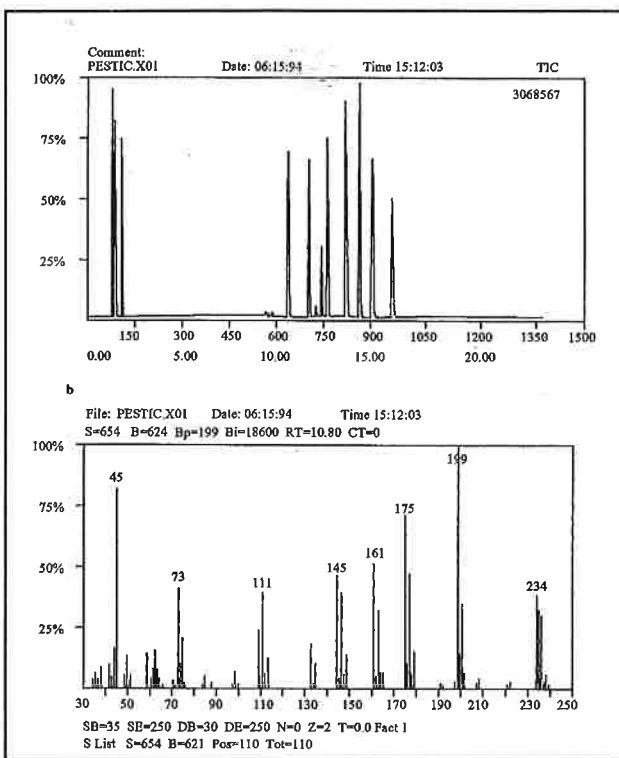
Azt, hogy ma már a kapilláris gázkromatográfiás kolonnát közvetlenül csatlakoztathatjuk a tömegspektrométer ionforrásához, a kitűnő vákuumrendszernek köszönhetjük. E vákuumrendszer, amely két-, vagy háromfokozatú (olajrotációs szivattyú az elővákuum, diffúziós vagy turbomolekuláris szivattyú a végvákuum, a harmadik fokozat esetleg egy iongetter szivattyú), kb. 10^{-6} – 10^{-8} kPa nyomást állít elő azért, hogy az ionforrásban keletkező és a tömegspektrumot adó nagy ionok már ne találkozzanak, ne reagálhassanak egymással. Ezt a vákuumot nagy mértékben rontaná pl. töltött kolonnás gázkromatográffal való kapcsolás a nagy (20–50 cm³/min) eluensáram miatt. Kapilláris kolonnákról legfeljebb 0,5–2 cm³/min eluens (nehezen ionizálható He) kerül az ionforrásba. Minél kisebb belső átmérőjű kapilláris kolonnát kapcsolunk a tömegspektrométerhez, annál kisebb az ionforrás „ionterhelése”. Kedvezőbb az ilyen kapcsolás azért is, mert kis belső átmérőjű kolonnáknál az elválasztás hatékonysága növekszik, ha az eluens áramoltatása nem túlnyomással, hanem szívással történik.

Mindezek alapján a fő egységek főbb funkciói tehát:

1. A gázkromatográf biztosítja azt, hogy a sokalkotós minta alkotói elváljanak és időben elkülönülve kerüljenek a tömegspektrométerbe;
2. a tömegspektrométer elkészíti rövid idő alatt az egyedi alkotók tömegspektrumait (egy-egy alkotóról legalább 10 spektrumot), míg a
3. számítógép tárolja a mért és digitalizált adatokat, amelyek integrálásával elkészíti a gázkromatogramot (TIC: total ion chromatogram), normálással előállítja a karakterisztikus tömegspektrumokat, „háttérkorrekciót” végez, könyvtárprogrammal segíti a tömegspektrumoknak megfelelő anyagi minőség felismerését stb. Így a kromatogram (TIC) szolgáltatja a csúcsok integrálásával a mennyiségi, míg a csúcsokhoz rendelt tömegspektrumok átlaga a minőségi információt.

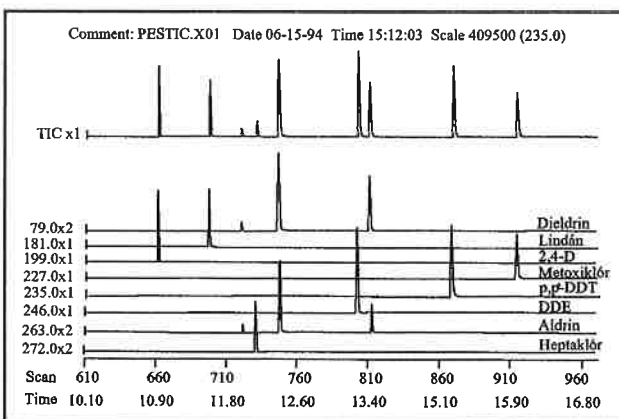
A 2. ábra szennyezett talajból kinyert peszticidek kromatogramját (a) (TIC) és a 2,4-D (2,4-diklór-fenoxi-ecetsav-metilészter) tömegspektrumát (b) mutatja. A tömegspektrométer a mérés során 1 másodpercenként készített el egy tömegspektrumot. A teljes mérés ideje alatt több mint 1350 tömegspektrum készült. A 654. spektrum a 10,8 perces retenciós idejű első értékes csúcsról készült.

Az adatfeldolgozó számítógépes rendszer (DS: data system) olyan funkcióra, illetve analitikai információ előállítására is képes, amelyet sem a GC, sem az MS nem szolgáltat önmagában. Ezt biztosítja az ún. *tömegkromatográfia*. Ennek az a lényege, hogy a felvett kromatogramból (TIC) az egyes vegyületek tömegspektrumainak az ismeretében, az adott vegyületre jellemző ion alapján, az egyes vegyületek kromatográ-



2. ábra Szennyezett talajból kinyert peszticidek kromatogramja (a) és a 2,4-D tömegspektruma (b)

fiás csúcsa a teljes tömegspektrum értékelése nélkül is azonosítható. A 3. ábrán, a 2. ábra kromatogramja mellett (TIC), ezek a jellemző tömegkromatogramok is szerepelnek. A 79-es tömegszámú ion a diel-drinre a legjellemzőbb, bár több más peszticid tömegspektrumában is megtalálható. A 227-es ion azonban csak a metoxi-klórra jellemző. Ezek alapján az összes peszticid az adott mintában azonosítható.



3. ábra Peszticidek tömegkromatogramja

Ezen jellemző ionok közvetlen ionintenzitásának a mérésére (és nem utólagos számítógépes kiválasztására) is van lehetőség. Ehhez a számítógép automatikusan képes a készülék paramétereit „hangolni”, így lényegében az egyes jellemző ionok szelektív mérésére (SIM, selective ion monitoring) is lehetőség van. Ez a mennyiségi mérés érzékenységét legalább egy nagyságrenddel javítja a teljes spektrumfelvételen alapuló ún. pásztázó (scan) üzemmódú méréshez képest.

A GC–MS–DS hármas kombinációból ma döntő szerepe, a nagy teljesítőképességű kapilláris elválasztás mellett, a tömegspektrométernek van. (A mai számítógépes rendszerek és a GC–MS szoftverek teljesítőképessége jóval nagyobb, mint amire jelenleg ezekhez a rendszerekhez feltétlenül szükséges lenne.) A sokféle tömegspektrométer közül az analitikai GC–MS kapcsoláshoz a kvadrupól tér tömegszűrő

hatását kihasználó kvadrupol, és újabban az ún. ioncsapda (ion trap) analizátorú tömegspektrométerek a legmegfelelőbbek. A kvadrupol teret négy rudacsából álló olyan, pár cm hosszú elektródok hozzák létre, amelyekre nagyfrekvenciás váltófeszültség van szuperponálva egy állandó egyenfeszültség mellett. A frekvencia változtatásával mindig csak az a részecske képes a gyorsító feszültség hatására a kvadrupol téren áthaladva a detektorba jutni, amelynek a saját frekvenciája megegyezik a tér frekvenciájával. Így alakul ki az ionáramok mérésével a tömegspektrum. Az ioncsapda tömegspektrométerben viszont egy olyan anharmonikus oszcilláció „tartja fogva” a molekulából keletkezett ionokat, amelyet egy axiális (az ionforrástól a detektor felé irányuló) amplitúdó moduláció „zavar” meg és juttatja az adott tömegszámú (fajlagos tömegű) ionokat a detektorba. Mindkét analizátornak az a döntő előnye a többi megoldással szemben, hogy kevés ion vész el az ionforrás és a detektor között, mivel ez a térbeli távolság 10–20 cm-nél nem több, így nagy a transzmisszió, azaz kellően érzékeny. Az elérhető kimutatási határok femtogramm (10^{-15} g) körüli értékek. Mindkét tömegspektrométer, vagy molekula szelektív detektor (MSD, molecule selective detector, ha csak a gázkromatográf az egyedi mintabeviteli lehetőségük) kellő felbontású a karakterisztikus tömegspektrum felvételéhez, és alkalmas 1000-es tömegszámú szerves molekulák mérésére is. Gyors a működésük is, így 0,1–1 sec idő alatt képesek egy tömegspektrum felvételére.

A GC–MS–DS rendszer környezet-analitikai alkalmazásai

A GC–MS–DS-, vagy GC–MSD-rendszerek környezetvédelmi analitikai alkalmazása igen sokrétű. E rendszerek hazánkban is egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert, egyre több műszerrendszer áll a környezetvédelem szolgálatába az OTKA- és a Phare-programoknak köszönhetően.

Minden termikus bomlás nélkül elpárologtatható anyag vizsgálható ezekkel a készülékekkel. A környezetet szennyező alkotók 70–90%-a ilyen anyag.

Melyek az alkalmazás legjelentősebb területei? A legfontosabbak:

1. a környezeti levegő vizsgálata: emisszió- és imissziómérés,
2. a felszíni és talajvizek szennyezőinek vizsgálata,
3. szennyvízelemzés (emissziómérés és a technológia ellenőrzése)
4. talajok szennyezésének a vizsgálata,
5. hulladékok (technológiai, kommunális) elemzése,
6. szennyezőanyagok vizsgálata állati- és növényi eredetű anyagokban (mezőgazdasági- és élelmiszeripari termékek szennyezőanyagainak a meghatározása) stb.

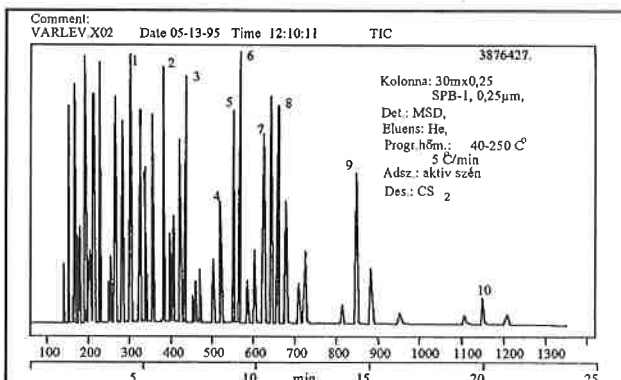
Ezen a környezetvédelmi analitikai területeken a gázkromatográfia önmagában is jelentős szerepet tölt be.

Mikor van akkor mégis meghatározó jelentősége a GC–MS kombinációnak? Mindenekelőtt döntő szerepe van akkor, ha a környezet-szennyezők minősége nem teljesen ismert. Ha a GC–MS-rendszerrel felderítjük a környezetszennyezők minőségét, a további vizsgálatok általában már gázkromatográffal is folytathatók. Ha meggondoljuk azt, hogy egy komplett GC-műszerrendszer és egy GC–MS-rendszer beszerzési ára között már nagy különbség nincs, akkor a minőségi összetétel biztonságos ismerete miatt esetleg megéri a nem túl nagy többlet ráfordítás a GC–MSD beszerzéséhez. Vítathatatlán tény azonban az, hogy a GC–MSD üzemeltetési és karbantartási költségei jóval meghaladják a GC működési költségeit. A GC–MS-rendszer használata elkerülhetetlen akkor is, ha ki kell használnunk a SIM-technikából adódó érzékenyebb (kisebb kimutatási határt biztosító) mérési lehetőséget, különösen az egyre szigorodó határértékek közelébe eső koncentrációk mérésakor.

Ez a nagy teljesítőképességű műszerrendszer sem lehet eredményes megfelelő mintavétel és mintaelőkészítés nélkül. Ezt a tényt nem lehet eléggé hangsúlyozni, de könnyű belátni a jelentőségét. Ha ugyanis rosszul vettük a mintát (a minta nem jellemzi a kívánt analitikai célnak megfelelően a vizsgálandó objektumot), a mintavétel esetleg már nem ismételhető meg, s hiába használtuk a legkorszerűbb mérőeszközöket, a végeredmény rossz lesz. Sokszor a mintaelőkészítés egyes lépései (a minta alkalmassá tétele arra, hogy az adott alkotók az

adott mérőrendszerrel vizsgálhatók legyenek) és a mintavétel nem választható el egymás, egyszerre történik. Különösen így van ez a dúsítási mintavételi megoldásoknál. Ezeknél a mintavétel során igyekszünk biztosítani, hogy a minta mennyisége (az adott alkotók koncentrációja) a mérőrendszer kimutatási határánál nagyobb legyen. Lehet persze cél az is, hogy az elemzés szempontjából kellemetlen alkotóktól megszabaduljunk. A mintaelőkészítés, mintavétel jelentőségéből következő, hogy egyre több cég törekszik ezek automatizálására és a korszerű analitikai módszerekhez való on-line kapcsolására. Erre kitűnő példa a „purge and trap” GC–MSD-rendszer, ahol a „purge and trap” (kihajtás és csapdázás) a víz illékony alkotóinak inertgázoz kihajtását és adszorpció és/vagy kifagyasztásos csapdázását jelenti, s ezt követően kerül sor az alkotók GC–MSD elemzésére.

A környezeti levegő vizsgálata sajátos feladatokat jelent az analitikai gyakorlatban. Részben azért, mert a szennyező források felderítéskor (emissziómérés) megbízható minőségi információra is szükségünk van, másrészt azért is, mert a már elterjedt szennyezések koncentrációja kicsi is lehet. Míg az előző esetben akár térfogati mintavétel is elegendő, az utóbbiban már esetleg csak dúsítási módszerek közbeiktatásával van mód az elemzés megnyugtató elvégzésére. A légszennyezők ilyen előkoncentrált (dúsított) mintavételének többféle módszere van [3]. Ezek közül az egyik leggyakrabban használt megoldás, az ún. adszorpció dúsítás. A 4. ábra egy aktív szén adszorbenzen dúsított városi levegő minta GC–MS mérésekor kapott TIC-et mutat. Ezen a kromatogramon a legnagyobb koncentrációjú szennyezők szerepelnek csupán.

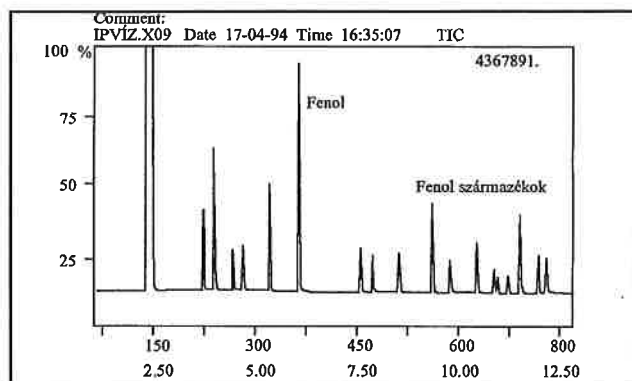


4. ábra Városi levegő szerves szennyezői: 1. benzol, 2. n-heptán, 3. toluol, 4. n-oktán, 5. etil-benzol, 6. p+m-xilol, 7. o-xilol, 8. n-nonán, 9. n-dekán, 10. naftalén.

A legjellemzőbb szerves légszennyeződések a közlekedés „szolgáltatja”. Ezek között különösen az aromás szennyezők (benzol, toluol, xilolok) a legveszélyesebbek.

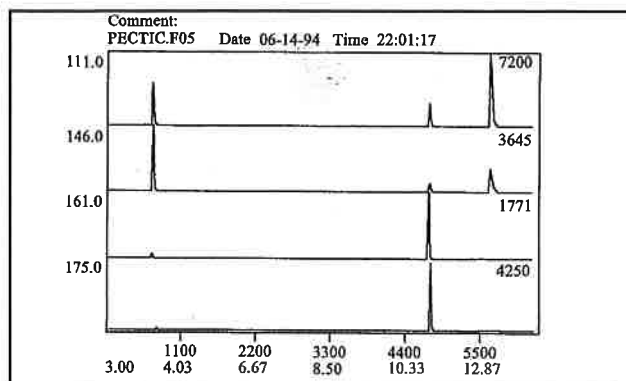
A felszíni vizek, a talajvizek szerves szennyezőit csak előzetes elválasztás után lehet GC–MS-módszerrel vizsgálni. Ennek az előelválasztásnak lehet célja a szennyezők bizonyos mértékű dúsítása is (ha ez a kis koncentrációk miatt szükséges), azonban a döntő cél többnyire a „kellemetlen” vizes közeg „kiküszöbölése”.

Miért kedvezőtlen a víz? A gázkromatográfias kolonnák állófázisát képező makromolekulás megosztóanyagok hidrolízise jelenti a legnagyobb gondot. A vízgőz képes a makromolekulák bomlását előidézni, így egyrészt növekszik a kolonnák polaritása, másrészt a keletkező bomlástermékek bekerülnek a tömegspektrométerbe és zavarják a spektrumok elkészítését. A vizek szerves szennyezőinek kb. 90%-a olyan vegyület, amely illékony (VOC: volatile organic compound), vagy közepesen illékony és csupán 10% körüli a nem illékony vegyületek aránya. Az illó alkotók kinyerésére az ún. gázextrakciós módszerek (gőztér analízis, inertgázoz kihajtás) alkalmasak, míg a kevésbé illó, vagy nem illékony alkotók folyadék-folyadék extrakcióval és szilárd-folyadék extrakcióval (SPE: solid phase extraction) nyerhetők ki [4]. Ma már a legtöbb ilyen mintaelőkészítési megoldást szabványok rögzítik. Hazánkban is egyre gyakrabban használnak pl. EPA (Environmental Protection Agency az Amerikai Egyesült Államokban) előírásokat a vízanalízisben. Az 5. ábra egy olyan GC–MS vízelemzés részletét mutatja, amely egy vegyi üzem emissziójának a vizsgálatakor készült.



5. ábra Ipari szennyvíz extraktumának GC-MS kromatogramja

Ugyancsak sajátos feladatot, különleges mintaelőkészítést kíván az **ülepítő porok** poliaromás (PAH: polyaromatic hydrocarbons) alkotóinak és a fokozottan rákkeltő hatású tetraklór-dibenzo-furán, valamint a tetraklór-dibenzo-p-dioxin tartalmának a GC-MS-elemzése is. A folyadék-szilárd extrakció mellett a szuperkritikus fluid extrakció is egyre jelentősebbé válik. A **szermaradvány** vizsgálatokban is egyre nagyobb szerepet kap ez az extrakciós megoldás, bár a folyadék-szilárd extrakció (Sohxlet-féle és változatai) jelentősége sem csökken. A 2. ábrán a talajból extrahált klórozott peszticidek TIC-ját, illetve a 2,4-D tömegspektrumát, míg a 3. ábrán néhány peszticid tömegkromatogramját mutattuk be. Ezekhez kapcsolódva a 6. ábrán a 2,4-D mennyiségi méréséhez szolgáló SIM-spektrumokat láthatjuk. A tömegspektrum alapján – e méréstechnika szerint – mód van néhány jellemző ion (pl. $m/z=111$, 146, 161, 175) abszolút intenzitásának az egyidejű mérésére, így kalibrálásra és mennyiségmérésre is. (Több készülék akár 40 ion intenzitásának a szimultán mérését is lehetővé teszi.) A több ion intenzitásának egyidejű mérése biztonságossá teszi az elemzést. Az illető vegyületre egyértelműen jellemző ion, ionok kiválasztásával a mérés szelektivitása biztosítható. Az így mérhető mennyiségek jóval 1 mg/kg alatti értékek.



6. ábra SIM-spektrumok a 2,4-D mennyiségi meghatározásához a 111, 146, 161 és 175-ös tömegszámú ionjainak a felhasználásával.

A GC-MS-DS-, vagy GC-MSD-rendszerek rohamos környezetvédelmi analitikai elterjedésének nemcsak az elemzéssel szemben támasztott fokozódó igények, hanem, ezzel párhuzamosan, a készülékek is kedveznek. A készülékfejlesztés is lépést tart a piaci igényekkel, így várhatóan a jövőben egyre összetettebb feladatok megoldására alkalmas készülékek, készülékrendszerek megjelentetésére is számítani lehet e területen.

Irodalom:

- [1] McFadden W. H.: Techniques in Combined Gas Chromatography/Mass Spectrometry: Application in Organic Analysis. New York, Wiley Interscience, 1973.
- [2] Dandeneau R., Zerenner E., H.: HRC CC. 2.351 (1979)
- [3] Namiesnik J.: Talanta, **35**(7), 567 (1988)
- [4] Namiesnik J., Gorecki T., Biziuk M.: Analytica Chimica Acta 237. 1 (1990)

Környezetfigyelő állomás

Az ELE International Ltd. olyan, az igények szerint felszerelhető, automatizált, adatgyűjtővel ellátott és napelemekről is tölthető 12 V-os telepről működő **környezetfigyelő állomást** fejlesztett ki, amely hosszabb időre magára hagyható a célszerűen megválasztott szabadterei figyelőhelyen (lásd címdalunk fotóján).

Az állomás segítségével ellenőrizhetők

- a meteorológiai adatok: a szél sebessége és iránya, a légkör nyomása, relatív nedvességtartalma, hőmérséklete, a lehullott csapadék mennyisége, a napsugárzás és annak ultrabolya A- és B-összetevőinek intenzitása;
- a leggyakoribb légszennyezők mennyisége;
- a talaj és a talajvíz jellemzői.

Az állomás adatgyűjtőjére, típustól függően, 4–32 analóg kijelzésű érzékelő csatlakoztatható. Az állomást időről-időre felkereső kezelő-ellenőrző szakember a tárolt adatokat RS232 csatlakozással vagy közvetlenül kinyomtatathatja a magával vitt nyomtatóval, vagy a hordozható számítógépbe áthelyezheti.

A környezetfigyelő állomások rendszerbe szervezett telepítése hasznos információkat szolgáltat – többek között – a mező- és erdőgazdaságoknak, a környezetvédelmi hatóságoknak, a szabadterei sportlétesítmények üzemeltetőinek, a helyi időjárási viszonyok előrejelzőinek.

Az ELE cég a regionális környezetellenőrzésért felelős szakembereknek **hordozható víz- és talajellenőrző vizsgálórendszereket** is kínál.

Ezen korszerű környezetellenőrző eszközöket és műszereket hazánkban a Testor BT. forgalmazza.

– ferko –

FUJI ipari röntgenfilmek

sötétkamrai, filmértékelő
és sugárvédelmi eszközök

Az Ön partnere
az anyagvizsgálatban

GRIMAS®
IPARI
KERESKEDELEM

Tel.: 277-4470

Fax: 276-0557

**Kérjük látogassa meg cégünket a
MAGYAR REGULA kiállításon
Standszám: 264**

Környezetvédelem – Analitika – Innováció

Beszámoló egy magyar világszabadalomról

Dr. Cserfalvi Tamás*

A probléma

Az illetékes hatóságok és a kapcsolódó intézmények minden fejlettebb országban szívesen igyekeznek érvényesíteni a környezetvédelmi előírásokat, és azok betartására szorítani az ipari és technikai oldalt. Valóban haladás észlelhető a levegőminőség védelme tekintetében, ahol a szennyező források nagy része nyíltan, jól azonosíthatóan jelenik meg (erőmű kémények füstgázmosói, háztartási széntüzelés-gáztüzelés váltás, ólommentes benzín és katalizátoros gépkocsik, halogénmentes szórópalackok, freonmentes hűtőgépek).

Gyökeresen más a helyzet a vízszennyezések területén, ahol a szennyező források legnagyobb része rejtetten működik. Elég meggondolni azt, hogy a közcsatornába beengedett anyagok gyorsan és megfigyelhetetlenül távoznak el, keverednek a fögyűjtőkbe, és így kb. 5 perc múlva kijutnak az egyértelmű visszanyomozhatóság területéről. Koncentrált szennyezések rövid idő alatt és igen olcsón eltüntethetők ezen az úton. Naiv vélekedés az, hogy az előírások önmagukban elegendőek az ipari eredetű vízszennyezések megszüntetésére. Pozitív mintaelemzési bizonyítékok szükségessé teszik a jogilag megtámadhatatlan intézkedések indításához.

Nos, ezen a ponton kell alaposan vizsgálni az analitika teljesítőképességét. Nagyszerű **laboratóriumi analitikai módszerek** állnak rendelkezésre az utóbbi két évtized fejlesztési következményeként, melyek ma már a szétosztott, ún. imissziós szennyezési koncentrációkat akár ppb ($10^{-7}\%$) szintig képesek kimutatni (atomabszorpció, ICP, induktív csatolású plazma emissziós spektrometria). Ezek a nagy teljesítményű metodikák azonban túl érzékenyek, valamint igen alapos kiszolgálási igényt támasztanak (szűrés, pontos hígítás, mátrix összehangolása), és emiatt **nem alkalmasak a szennyező források feltárására** (nem telepíthetők ki a csatorna közelébe és nem üzemeltethetők 24 órás szolgálatban). A jelenlegi gyakorlat világszerte az, hogy valamilyen stratégia szerint évi 4–50 alkalommal vett minta laboratóriumi elemzése alapján ellenőrzik a szennyezettségi szinteket. Elemi megfontolásokról nyilvánvaló, hogy az ilyen gyakoriságú ellenőrzés elől tökéletesen rejtve tud maradni egy 1–2 óra hosszú, éjszakára vagy munkaszüneti napra időzített koncentrációmérés.

A légszennyezések vizsgálatához hasonlóan itt is a folyamatos, automatikus működésű, helyszínrre telepíthető, ún. **analitikai monitorok** adhatnak csak megfelelő eszközt a rendkívüli szennyezések megjelenési gyakoriságá-

nak, mértékének és forrásának egyértelmű kiderítéséhez. Áttekintve a szennyvízellenőrzésre alkalmas monitorok piaci kínálatát, meg kell állapítani, hogy a mérés technika ezen a területen megkezdte a 30 évvel ezelőtti színvonalon: pH, vezetőképesség, oldott oxigén, zavarosság és esetleg olaj mérés van beépítve a kínálatba. Ez a mérési választék messze nem fedezi a szükséges összetételi paramétereket, a **leggyakoribb a toxikus fémkomponensek (pl. Cd, Hg, Cu, Ni, Pb, Ag, Cr) mérésének hiánya**. Ezeket a fémeket galvanizáció, festékek, bőrgyárak, vegyi és kohászati üzemek, gyógyszergyárak, fotólaborok szennyvizei tartalmazzák.

Léteznek, természetesen, vízanalizáló ipari monitorok, amelyek a fémtartalom mérésére alkalmasak. Ezek azonban, mérési elveikből következően, csak kifejezetten tiszta, lebegőanyagmentes vizek (ivóvíz, kazántápvíz) esetében használhatók, szennyvizek közvetlen mérésére nem.

Mindezek alapján nyilvánvaló, hogy a **környezetvédelem-analitika kapcsolat** – legalábbis a szennyvíz-monitorizálás területén – jelentős innovációs befektetést igényel az analitika oldalán. Megfogalmazódott tehát a kutatási feladat olyan új analitikai elv keresése, amely az eddig használatos elektroanalitikai vagy fotometriás elvektől eltérően, a rendkívül szennyezett, olajos-zsíros emulziót és nagy mennyiségű lebegőanyagot tartalmazó minta közvetlen mérésére alkalmas, mert eldugulásra, érzékelő-felületek (optikai ablakok) bevonódására nem érzékeny, lebegőanyagok jelenléte nem zavarja. További lényeges monitortechnikai szempontokkal együtt a követelmények az alábbiakban foglalhatók össze:

- nincs a mintával érintkező szenzor vagy optikai ablak,
- nagy áramlási keresztmetszetek vannak a dugulás elkerülésére,
- nem igényel minta-előkészítést, elválasztásokat,
- nem használ speciális reagenseket,
- nem használ nemesgázt,
- energiaigénye 500 W alatt van,
- multieleemes, 4–9 releváns fém mérhető egy mintában,
- mérési gyakorisága legalább 1 elemsor mérés/óra
- mérési tartománya kb. 0,1–10 mg/liter (Hg kivételével),
- kalibrációs gyakorisága 1 kétpontos automatikus kalibráció/hónap,
- pontossága $\pm 50\%$ az alsó, és $\pm 20\%$ a felső mérési határnál.

Lényeges kiemelni, hogy – tekintettel a rendkívüli szennyezések jellegére, azaz a szennyezéshullám maximuma a megengedett koncentrációt várhatóan 10–100-szorosan haladja meg – a **monitor elemenkénti mérési tar-**

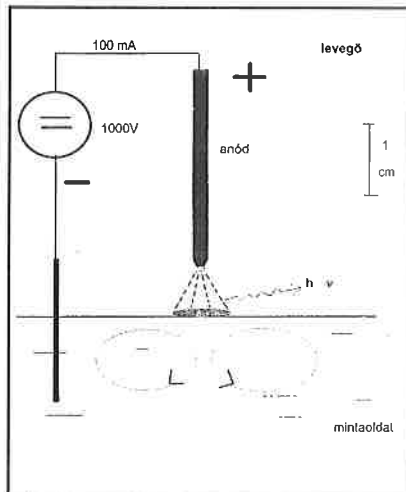
ományainak a megengedett kibocsátási koncentrációk az alsó határai. A cél tehát egy közepes érzékenységű, mintahígítást nem kívánó, nagy stabilitású multieleemes analitikai monitor konstrukció, mely csekély üzemeltetési költségű és megfelelő biztonsággal ad jelzést egy szennyezési hullám megjelenéséről. Mivel hatósági eljárás alapja csak szabványos mérés lehet, egy új elvű szennyvíz-monitor mérési eredményei közvetlenül nem használhatók fel bírságolásra. Célszerű megoldás az, hogy a szennyvíz-monitor, adott értékek túllépése esetén, indítson egy szabványos folyadék-mintavevőt, amely azonnal 0,5–1 liter vízmintát vesz. Így módon csak azok az időszakok min-tázódnak meg egy potenciális szennyező technológia környékén, amelyek alatt tényleges túllépések történtek. Az ilyen szervezés a minimumra redukálja a laboratóriumi munkaigényes ellenőrző méréseket, és ugyanakkor teljes biztonsággal képes ellenőrizni a rendkívüli szennyezéseket egy csatornahálózat bármelyik pontján.

A megoldás

Az elvileg új analitikai mérési módszerek szisztematikus keresése laboratóriumunkban 1993-ban sikerrel járt. **Feltaláltunk** egy olyan, a szennyvizek fémtartalmának közvetlen, mintavétel és előkészítés nélküli mérésére alkalmas elvet, amely a kémiai analízis területén tudományos szempontból is abszolút újdonság.

Az eljárás a **fejlett ipari országok mindegyikében találmányi bejelentés alatt áll, tekintve, hogy a világszerte semmilyen hasonló teljesítőképességű analitikai szennyvíz-monitor nincs.**

A **módszer alapja** egy rendkívül egyszerű, egyenáramú ködfénykisüléssel fényforrás, amelyben a katód (negatív pólus) egy, a víz felszíne felett kis távolságra a levegőben elhelyezett volfrám rúd. (1. ábra) Kellő nagyságú feszültség ráadásával és egy gyújtószikra al-



1. ábra Atmoszférikus egyenáramú vízkatódos ködfényplazma vázlata

* Aqua-Concorde Analitikai Kutató-Fejlesztő Laboratórium

kalmazásával a vízminta felszíne és a volfram elektróda hegye között létrejön egy, a környező atmoszférikus levegőben égő, 4–5 mm méretű ködfényplazma, melynek kibocsátott fénye a vízben oldott fémkomponensekre jellemző, ún. spektrumvonalakat tartalmazza az alkálifémektől (pl. Na, K) egészen a nehézfémekig (pl. Pb). Az analitikai mérés egyszerűen a kis sebességgel átfolyó vízminta felszínén a mérés idejére begyűjtött plazma fényének a keresett fémkomponensekre jellemző hullámhosszúságokon megmért intenzitásán alapul, amely a komponensek koncentrációjával arányos. A monitor lelke tehát a ködfényplazma fényintenzitását előre kijelölt hullámhosszúságokon megmért ún. polikromátor egység.

A mérés speciális reagenseket nem igényel, pontos mintaáramlást nem kell tartani, csak az áramló vízmintát kell a mérés ideje alatt ásványi sav adagolásával 1,5 pH környékére savanyítani.

Az elektrolit oldat-katód alkalmazása miatt a módszer az analitikai szakirodalomba az ELCAD elnevezéssel került be, és nagy meglepetést okozott a spektroszkópiai módszerekkel foglalkozó nemzetközi és hazai konferenciákon. Nehezen volt ugyanis elképzelhető, hogy 100 °C-on forrásba jövő víz és a többszeres fokos gázipazma pár másodpercnél hosszabb ideig közvetlen kontaktusba tud maradni. A kísérletek azonban egyértelműen bizonyítják, hogy az ELCAD-plazma, kis vízáramlási sebesség (kb. 10 ml/perc) mellett, korlátlan ideig működtethető, és így módon akár teljesen folyamatos vízanalízis is végezhető.

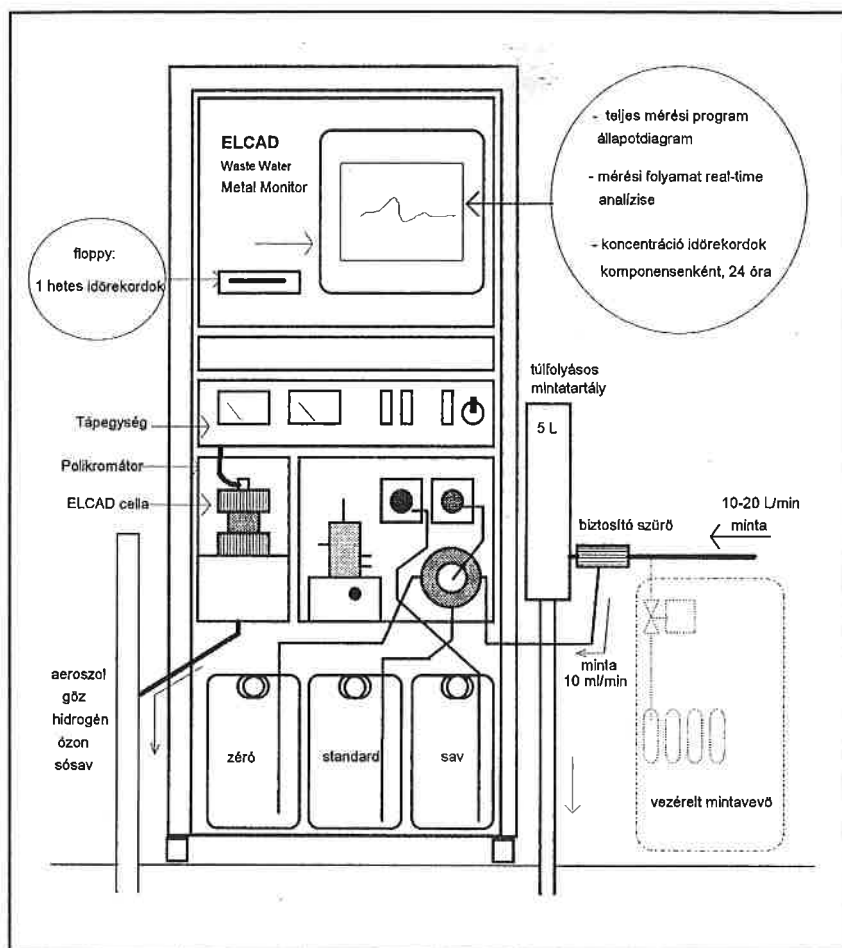
Az új módszer a toxikus fémek mellett a természetes oldott sókat, a vízkeménység alkotóelemeit (nátrium, kálium, kalcium és magnézium) is érzékenyen tudja mérni, ami a szennyvízanalízisen túl a vízlágyítók, távfűtési hálózatok, ipari vízelőkészítők ellenőrző műszerezésében is alkalmazási területet nyithat.

Az ELCAD spektrometriás monitor hosszú idejű mérési stabilitását alapvetően az a tény eredményezi, hogy a mérőcellában nincsen a mintával érintkező olyan rész, amelynek elszennyeződése a mérés érzékenységét folyamatosan csökkenti, illetve a mérést blokkolja (pl. érzékelő, optikai ablak stb.). A mérőcellában a vízminta több cm² szabad vízfelületet alkot, mely túlfolyással folyamatosan megújul, ez az öntisztulás a finom lebegő szennyezésekre érzéketlenné teszi a mérést.

A műszer

Találmányunk alapján a szennyvízfém-monitor prototípus példányait laboratóriumunkban megépítettük és ezekből egyet egy amerikai vegyipari cég megvásárolt víztisztítási kísérleti munkáihoz. Jelenleg további két készüléket készítettünk amerikai megrendelésre, melyek közül az egyik egy professzionális környezetvédelmi műszergyártó céghez kerül, ahol a találmány megvásárlásáról is tárgyalás folyik.

Magyarországon ellentmondásos a találmány fogadtatása. Még 1993-ban felajánlottuk a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztériumnak, ott azonban érdemben nem foglalkoztak vele. Ugyan abban az évben pályázatot nyújtottunk be az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsághoz egy kiállításokon



2. ábra Az ELCAD multielemes szennyvíz-monitor prototípusának felépítése

bemutatható mintapéldány monitor létrehozására és tartós üzemi próbára. Ezt az OMFB, igen felületes szakértői véleményezés alapján, műszakilag primitívnek és éretlennek találta, és teljes mértékben elzárkózott a fejlesztés támogatásától. Ez már csak azért is különös, mert az OMFB akkori elnöke és egyik elnökhelyettese is analitikus, azaz a legszűkebben értelmezhetően szakmailag érintett volt... (Kérdés, tudtak-e az elutasított pályázat(ok)ról? – a szerkesztő)

A hazai próbálkozások kudarca után kénytelenek voltunk elfogadni nyugati cégek licenctárgyalási ajánlatát, hogy remény legyen a környezetvédelmi berendezések világpiacán a megjelenésre.

Az országos szintű hatóságok érdektelensége mellett azonban a Fővárosi Csatornázási Művek műszaki fejlesztési osztálya látott fantáziát egy ilyen ellenőrző műszer alkalmazásában. Megrendelésük alapján egy ELCAD toxikusfém-monitor kezd üzemelni 1995-ben az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen a befolyó kevert (ipari és kommunális) szennyvíz folyamatos ellenőrzésére.

A monitor jelenlegi beállításban 30 percnként méri a beérkező víz Zn-, Cd-, Cu-, Ni-, Pb-, és összes Cr-tartalmát a 0.1–5 mg/l tartományban. Napi üzemeltetési költsége kb. 100.-Ft (egyszáz forint)!

Az ELCAD toxikusfém-monitor prototípusának felépítését a 2. ábra szemlélteti.

Sikeres üzemi tapasztalatok után mobil változatokat is fogunk készíteni, amellyel a feltételezett szennyező források közelébe ki lehet települni pár napos-hetes folyamatos ellenőrzésre.

INSPECT
és
SPOTCHECK
penetráló anyagok és
ellenőrző etalonok

Az Ön partnere
az anyagvizsgálatban

GRIMAS®
IPARI
KERESKEDELEM

Tel.: 277-4470
Fax: 276-0557

Fonalmechanikai vizsgálatok képfeldolgozó rendszer segítségével

Dr. Vas László. M.* – Dr. Halász Géza* – Eördögh Imre** – Szász Károly**

Bevezetés

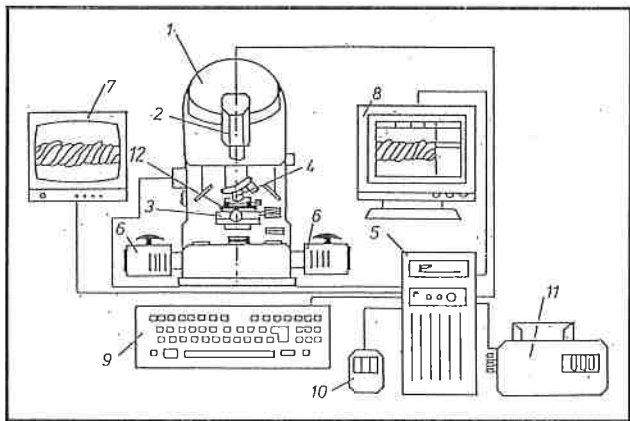
A textil vizsgálatoknál a fonal sodratát – hosszabb szakaszokra vonatkozólag – általában mechanikus sodratszámlálók segítségével határozzák meg. A nagy munkaigény miatt, a jóval több információt nyújtó – mikroszkóp segítségével végzett – lokális fonalvizsgálatok hagyományosan inkább kutatási, mint üzemi célok a textiliparban.

A videokamerás képfeldolgozó rendszer új, egzakt és a hagyományhoz képest igen gyors módszert ad a szál- vagy fonalmérő, illetve a fonal sodratszög meghatározásához. Egy ilyen rendszert korábban már ismertettünk [1]. Most a kiértékelő program továbbfejlesztéséről és a rendszernek – egy segédkészülék révén – fonalmechanikai vizsgálatokhoz való alkalmazhatóságáról számolunk be.

A mérési módszer és rendszer a BME Polimertechnika és Textiltechnológiai Tanszék és a KFKI Anyagtudományi Intézetnek együttműködésében az OTKA I/3 821, míg a mechanikai vizsgálati alkalmazás az OTKA I/5 T7652 témaszámú kutatások keretében lett kidolgozva.

A képfeldolgozó rendszer felépítése és a mérési módszer

Az 1. ábra a képfeldolgozó rendszer felépítését szemlélteti. A mérőrendszer középpontjában egy Projectina 4014 BK típusú vetítő mikroszkóp (1) áll. A mikroszkóp okulárjának helyére szereltük fel a CCD videokamerát (2), melynek feladata a tárgyasztalra felfogott anyagmintáról (3) a mikro-, vagy makro-objektív (4) segítségével képfelvétel és annak továbbítása a PC/AT486 számítógép (5) felé. A tárgyasztalra fogható fel a fonalminta, illetve annak húzására és sodrására képes segédkészülék (12). A megvilágítást két nagy teljesítményű kvarcjodid lámpa (6) szolgáltatja.



1. ábra A szál- és fonalvizsgáló képfeldolgozó rendszer felépítése.

Az anyagmintáról felvett képet két monitor jeleníti meg. Az egyik egy valósidejű mono-monitor (7), míg a másik egy SVGA monitor (8). A billentyűzet (9) mellett az egér (10) is segíti a képfeldolgozó program kezelését. A képek és a jegyzőkönyv mátrix-nyomtatóval (11), vagy lézerprinterrel nyomtathatók ki.

Két különböző üzemmódban mérhetünk a rendszerrel. A szálmérő a nagy nagyítású mikro-módban (100–1000x), míg a szálköteg, vagy a fonal vizsgálata makro-módban (3–50x) történhet. Makro-módban (episzópos üzemmód) az érintőleges megvilágítást, vagy annak az átmenő megvilágítással való kombinációját célszerű használni [1]. Így nem csak a minta kontúrját vizsgálhatjuk, hanem – pl. a fonal felületéről vett kép segítségével – megkülönböztethetők a felületi szálak és azok helyzete is a sodratszög meghatározásához.

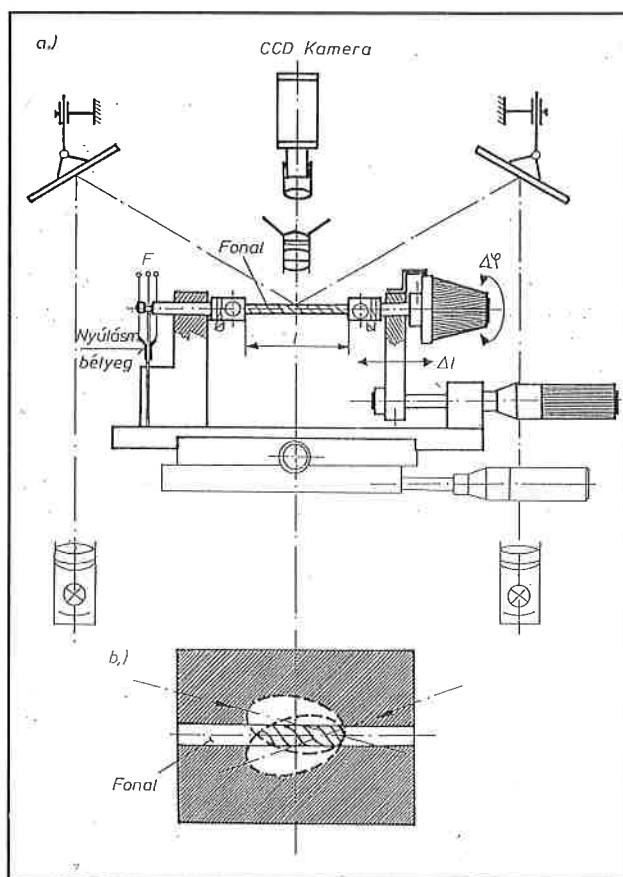
* BME Polimertechnika és Textiltechnológia Tanszék

** KFKI Anyagtudományi Intézet

A kamerás képfeldolgozó rendszer hitelesítése ismert periódusú, optikai rácsminta segítségével történik [1].

Húzó-sodró készülék

A vetítőmikroszkóp tárgyasztalára felfogható fonalhúzó- és sodró készülék vázlatát a 2. ábra mutatja. A készüléken a befogott, 50 mm hosszú fonaldarab húzása, illetve sodrása végezhető el fokozat nélkül, manuálisan beállítható lépésekben, miközben mérőrugóra ragasztott nyúlásmérőbéllyegek segítségével a fonalban ébredő húzóerő is mérhető. Ez utóbbi a fonalszakadás pontos és egyidejű észleléséhez szükséges, melyen túl természetesen a beállított deformáció és a mért erőértékek ismeretében a vonatkozó erő-deformáció karakterisztika is előállítható.

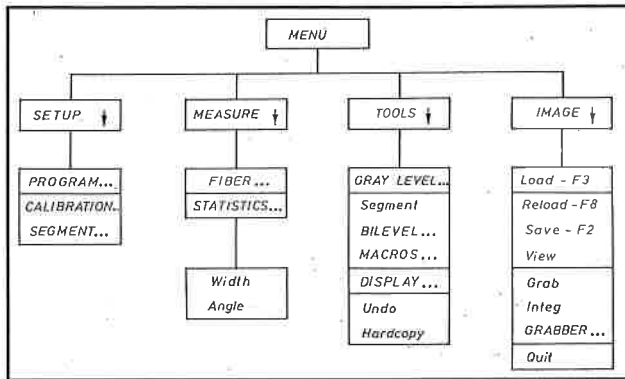


2. ábra A mikroszkóp tárgyasztalára szerelhető fonalhúzó- és sodró készülék vázlat

A fonalvizsgálatok során a háttér fekete és a fonalat a nagy teljesítményű, fényrekeszes kvarcjodid lámpák és tükrök segítségével ferdén, két oldalról világítjuk meg. A szakadás helyén felvett képekhez – a viszonylag nagy teret kitöltő elszakadt, kicsúszott szálak, illetve az esetlegesen megmaradó fonaltesztreszt alkotó szálak láthatósága érdekében – áteső megvilágítást alkalmazunk.

A lokális szál- és fonalvizsgáló rendszer működése

A számítógépbe installált program – hasonlóan más szokásos képfeldolgozó rendszerekhez – menü-vezérelt (3. ábra). A főmenüben négy választási lehetőség van: SETUP, MEASURE, TOOLS és IMAGE.



3. ábra A program menü-rendszere

A SETUP programban a rendszer beállításához és hitelesítéséhez szolgáló parancsok találhatók. E program teszi lehetővé a különböző kurzor-módok közötti választást (Program...). A SEGMENT alprogramban a megfelelő megjelenítési üzemmód választható ki.

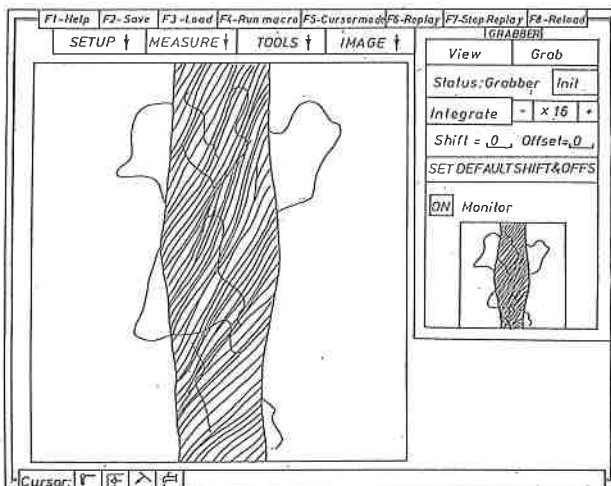
A MEASURE menü FIBER és STATISTICS programjaiban határozhatók meg kontúrszélességek (Width) a szál- és fonálátmérő, valamint a fonál sodratszög (Angle) értékek, továbbá azok statisztikai jellemzői.

A TOOLS menüben változtatható, vagy módosítható a számítógépben tárolt kép. A GRAY LEVEL programban e műveletek [5,6] például a kép kontúrvonalainak élesítése (Laplace és Sobel operátorok, Increase contrast műveletek), vagy a kép alul-, illetve felüláteresztő szűrése (Low1, Low2, High1, High2), illetve a felhasználó által definiálható szűrő (Use-defined-filter).

A SEGMENT programban előállítható kétféleképpen olyan, a BILEVEL menüben választható speciális képműveletek végezhetők, mint a dilatáció, erózió, nyitás, lezárás és lyukkitöltés (Dilatation, Erosion, Opening, Closing, Fill holes). Lehetőség van e menüben arra is, hogy makrókat szerkesztve (MACROS program) parancs-láncként tároljuk a mérés és kiértékelés kidolgozott lépéseit. A makró ezután automatikusan, vagy az F4-Run maco gyorsbillentyűt hívva hajtódik végre. Tömeges mérések esetén nagyon hatásos lehet ennek használata.

Az IMAGE program olvassa be a kamera által felvett képet a számítógép memóriájába. A GRABBER program képernyő-képet szemlélteti a 4. ábra. A kis ablak valósidejű képet mutat a megfelelő beállítást segítő, míg a nagy képen a felvett és a memóriában letárolt kép látható.

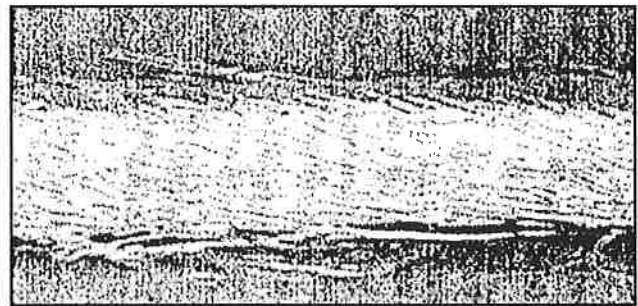
A MEASURE és a TOOLS menük lehetőséget adnak a felvett képeknek, vagy azon egy ablak nyitásával kijelölt részének lemezre men-



4. ábra A program képernyőképe a GRABBER menüpontban a képfelvétel után.

tésére, illetve nyomtatására, továbbá a mérések és a kiválasztott diagramok kinyomtatására.

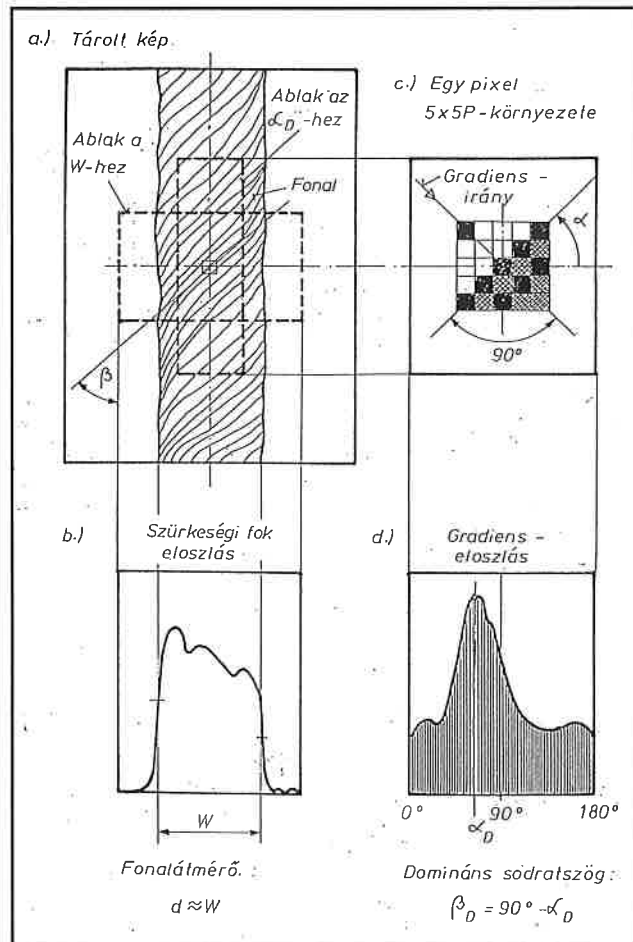
Az 5. ábra egy gyűrűsfonálról felvett, majd kinyomtatott képet mutat, ahol jól látható a fonál felületén elhelyezkedő szálak és azok orientációja, illetve a szálak révén kialakult felületi struktúra.



5. ábra Egy felvett és kinyomtatott fonalkép.

A fonálátmérő és a sodratszög meghatározása

Átmérőméréseknél szálakhoz mikro-, fonalakhoz makro-módot állítunk be, természetesen különböző tárgylencsék mellett. Mindkét esetben, az átlagos átmérő mérése a tárolt képen nyitott, a kontúron túlnyúló ablakban történik (6.a. ábra). A kiértékelő szoftver először soronként kiszámítja a denzitás, azaz a szürkeségi fok átmeneti görbéit a kontúr befoglaló ablakban, majd ezek pontonkénti átlagaként állítja elő az ere-



6. ábra A fonál lokális átmérőjének (W -kontúr szélesség), valamint domináns sodratszögének meghatározási módszere a szürkeségi fok hisztogram, illetve a gradiens szög hisztogram segítségével.

dő (profil) görbét (6.b. ábra). Az átlagos lokális átmérő átlagos kontúrszélességként ($W=Width$) való meghatározásához három módszer választható [1].

Az INF-módszer az átmeneti görbe inflexió pontjai közötti távolságot adja meg átmérőként. A PERC módszerrel az átmérőt a maximális denzitásérték adott százalékát, mint komparálási szintet pozitív irányban átmetsző alsó és felső profilgörbe pontok távolságainak maximuma definiálja. Végül a harmadik, a MANU módszer esetében az átmérőt két manuálisan mozgatható szálkereszt távolságaként határozzuk meg.

Automatikus mérésnél az első két módszer egyike választandó. Ha az anyagminta megvilágítása megfelelő, az INF és a PERC módszerek lényegében azonos értékeket szolgáltatnak, ha az utóbbit a választott szinteket 50%-nak választjuk.

A textílvizsgálatokban gyakran előfordul, hogy ugyanazon szál-, vagy fonalminta mentén több mérés végzendő. Ez esetben a program kiszámítja a vizsgált keresztmetszetek ún. átlagos profilját (average profile), mint az egyes szűrkeségi fok sűrűséghistogramok pontonkénti átlagát [1].

A makro-módban történő fonalvizsgálat során mérhetjük a lokális sodratszöveget, mint egy rövid fonalszakaszban, a felületen elhelyezkedő szálak orientációját. Ekkor egy másik ablak nyitandó az Y-irányú fonalminta felvett képén a kontúrokon belül (6.a. ábra). A program egy ilyen ablakban tudja helyesen meghatározni a sodratszöveget.

A szoftver megvizsgálja minden képpont (pixel) adott méretű környezetében (6.c. ábra) a szűrkeségi fok változásait. E vizsgálat alapja egy adott küszöbérték. Ha az adott képpont környezetében a gradiens (g) abszolút értéke meghaladja a küszöbértéket (g_0), úgy e pontot dominánsnak, azaz élpont-gyanúsának tekintjük:

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} > g_0 \quad (1)$$

ahol g_x és g_y a gradiens vektor komponensei.

A gradiens vektor y-irányszögét az adott ablak minden egyes domináns képpontjában (n) meghatározzuk:

$$\gamma_i = \arctg \frac{g_{yi}}{g_{xi}}, i = 1, \dots, n \quad (2)$$

Ebből a felületi szálak „gradiens”-irányszögét -90° -os elforgatással kapjuk:

$$\alpha = \gamma_i - 90^\circ, i = 1, \dots, n \quad (3)$$

A program lényegében – az alábbiakban leírt műveletek révén – a α -szögeértékek gyakoriságeloszlását adja meg a gradiens eloszlásként (6.d. ábra).

A sodratszámításokban viszont a felületi szálaknak a fonaltengelyhez, azaz az Y-tengelyhez mért β -szögét alkalmazzák (6.a. ábra):

$$\beta_i = 90^\circ - \alpha_i \quad (4)$$

A program az ún. top hat szűrőt [1,5,6] használja az élgyanús pontok kijelölésére. Ez lényegében egy konvolúciós szűrő, mely a kétdimenziós Laplace-operátornak egy becslése. A szűrőelemek számítása a következő magfüggvény segítségével történik:

$$T(i, j) = 1 - b - \frac{i^2 + j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

ahol

$$-\frac{N}{2} \leq i, j \leq \frac{N}{2} \quad (5)$$

Végül, a konvolúciós szűrés egyenlete:

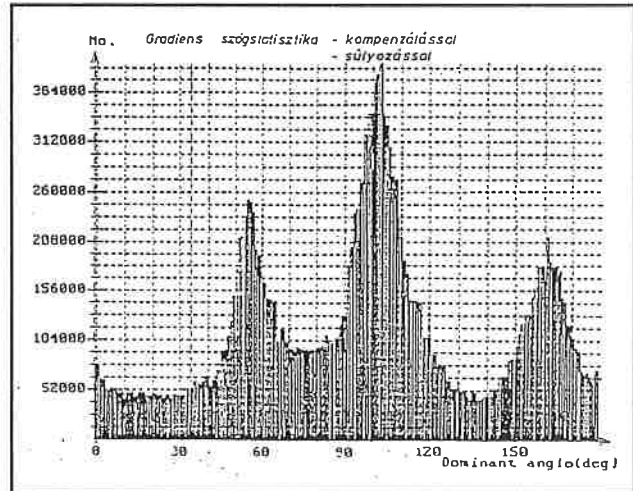
$$q'(i, j) = q(i, j) * T(i, j) \quad (6)$$

ahol i és j a képpont futóindexei és N a konvolúciós mátrix mérete, q és q' az (i, j) -pont eredeti és transzformált szűrkeségi fok értéke, valamint „*” a konvolúciós szorzást jelöli. A b -érték úgy választandó, hogy a mátrix-elemek összege zérus legyen. A σ változtatásával a függvény félérték-szélessége állítható be. A konvolúció számítása során ama

részek és élek lesznek detektálva, melyek mérete a félérték-szélességgel korrelál, míg a más méretűek kiszűretnek [1].

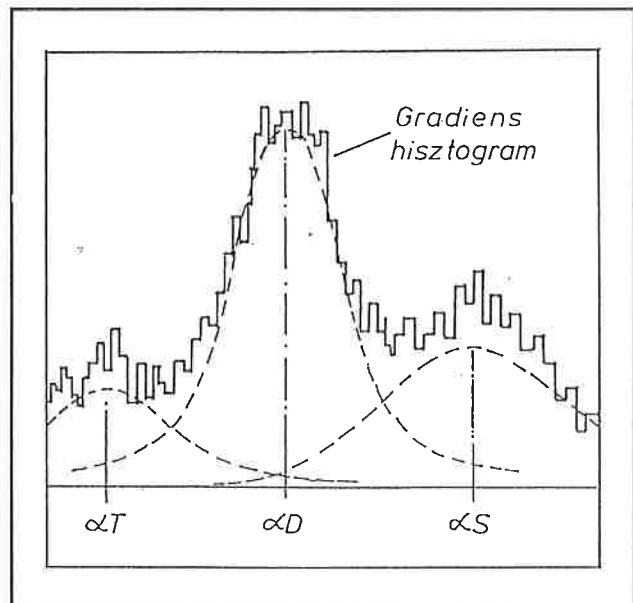
Alapértelmezésben a program 5×5 méretű szűrőt használ. A TOOLS menüben maximum 15×15 méretű, más típusú szűrők is definiálhatók (Use-defined filter). A b és σ meghatározása, valamint a top hat szűrő szimmetrizálása automatikusan történik. A g_0 küszöbérték, mint szűrő-konstans állítható be.

Az 5×5 -ös környezetben történő gradiens szög meghatározás miatt a felbontás egyes irányokban nagyobb, ezért a kvantálás miatt bizonyos szögek gyakorisága nagyobb. A szögdigitalizálás hibáját kompenzálód, a program az elsődleges gradiens szögeket korrigálja a kvantált



7. ábra Három, egymással 60° -os szöget bezáró szálköteg gradiens histogramja a kompenzáció és a súlyozás után.

szögek valószínűségeivel. A kompenzáció kiemeli a szignifikáns, azaz domináns szögeket, mialatt az egyidejűleg végrehajtott 3-pontos medián szűrés kiegyenlíti a túlszerű impulzusokat a Show histogram-ot bekapcsolva (On-ra állítva, l. a FIBER menüt). A Show histogram-ot kikapcsolva (Off) a gradiens histogram a lokális gradiens abszolútértékkel súlyozódik. Következésképpen, minél élesebb egy képrészlet vagy egy él, annál nagyobb a súlya [1]. A 7. ábra diagramja három, egymással mint-



8. ábra A gradiens histogram első három domináns csúcsának és a megfelelő sodratszögek meghatározása dekompozícióval.
 α_D = Domináns szög; α_S = Másodlagos domináns szög;
 α_T = Harmadlagos domináns szög

egy 60°-ot bezáró szálcsoport gradiens sűrűség-histogramját mutatja a kompenzálás és súlyozás után.

A program végül – alapértelmezésben 5-pontos – mozgóátlagot számít a histogram értékei mentén, melyet követően ama szögértéket tekintjük domináns gradiens szögnek (α_D), melynél a mozgó átlag maximális értékű. A program ezt az értéket adja meg a mérés eredményeként, mint lokális sodratszöget, és egyúttal kirajzolja azt az adott ablakban (6.a és d. ábrák).

A STATISTICS menüben lehetőség van a másodlagos (S) és/vagy a harmadlagos (T) csúcsok és a megfelelő domináns gradiens szögek (α_D , α_T) meghatározására is (8. ábra). Egy dekompozíciós eljárással három normális sűrűségfüggvény súlyozott összegének a $h(\alpha)$ gradiens histogramhoz való legjobb illesztését számítja ki a program:

$$h(\alpha) \approx p_1 \varphi_1(\alpha; \alpha_1, \sigma_1) + p_2 \varphi_2(\alpha; \alpha_2, \sigma_2) + p_3 \varphi_3(\alpha; \alpha_3, \sigma_3) \\ 0 \leq p_1, p_2, p_3 \leq 1, \quad p_1 + p_2 + p_3 = 1 \quad (7)$$

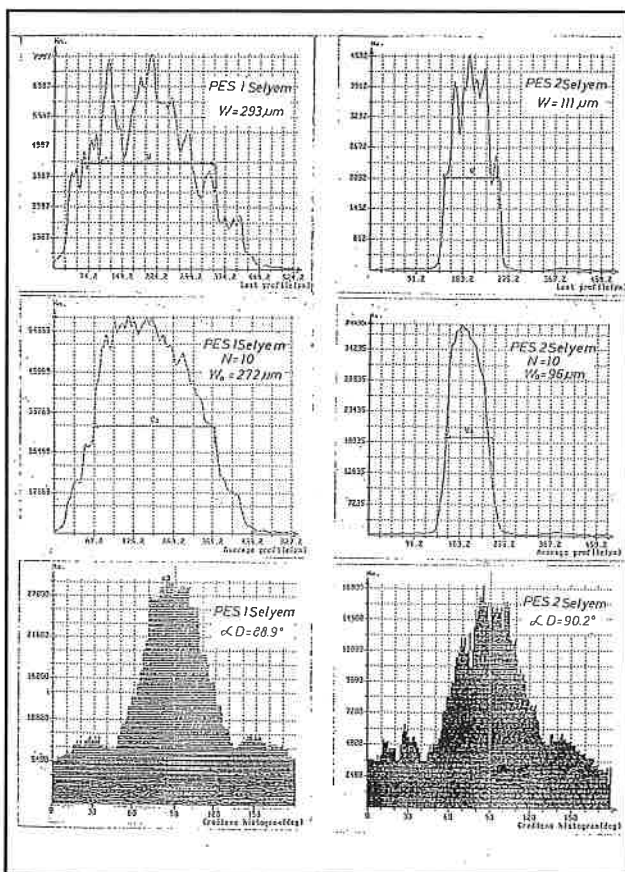
ahol φ_i ($i=1,2,3$) a normális sűrűségfüggvény α_i -várható értékkel és σ_i -négyzetes szórással és p_i a hozzátartozó súly. Ismerve ezeket az értékeket, a három domináns szögérték az alábbiak szerint kapható:

$$\alpha_D = \alpha_1 \\ \alpha_S = \max(\alpha_2, \alpha_3) \\ \alpha_T = \min(\alpha_2, \alpha_3) \quad (8)$$

Fonalvizsgálati eredmények

A rendszernek a textilvizsgálatokban való alkalmazhatóságát demonstrálandó, a következő ábrák a rendszeren végzett néhány vizsgálat eredményét mutatják be.

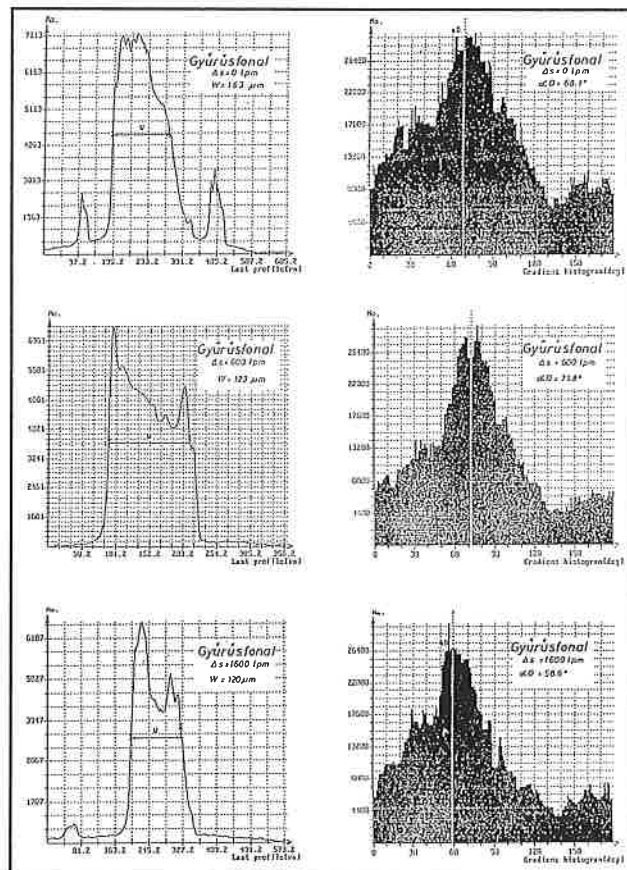
Kétféle poliészter (PES) selyemfonalon végrehajtott mérések grafikus eredményeit szemlélteti a 9. ábra. A PES1 selyem (az ábra bal



9. ábra A PES1 és PES2 poliészter selyemfonalon mért lokális és átlagos szűrkeségi fok profilgörbék és gradiens histogramok.

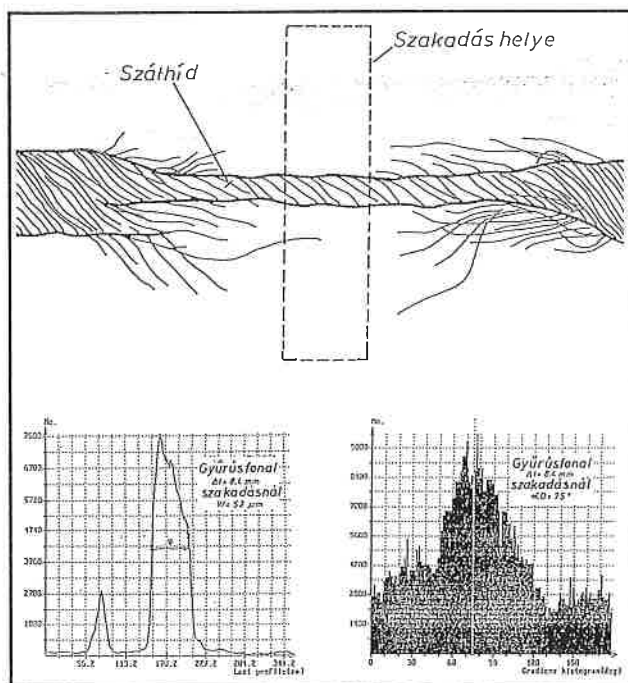
oldalán) egy, mintegy 30/m védősodrattal ellátott, 15tex-es filamens fonál, míg a PES2 (az ábra jobb oldalán) egy, az összetartás végett periodikusan összeragasztott, 7tex-es-filamens fonál. Az ábrán a felső szűrkeségi fok histogramok (profilgörbék) és az alsó gradiens histogramok egyedi mérések eredményei, viszont a közepén látható átlagos profilgörbék azonos anyagmintán végzett 10 mérésből lettek számítva. A két oldalon lévő profilgörbék jól szemléltetik a különböző lazasságú, illetve terjedelmességű fonalszerkezeteket. Másrészt az átlagos profilgörbék szintén jól illusztrálják a több kontúrprofil átlagolásából származó simító hatást. Itt a lokális (egyedi) és az átlagos fonalmérőket a W és a W_a kontúrszélességek jelölik.

A következő vizsgálatban egy 16,7 tex lináris sűrűségű gyűrűsfonalt sodortunk egy a tárgyasztalra felfogott – szintén e kutatás során kidolgozott és megvalósított – kis sodró-húzó készülék segítségével és különböző sodratértékek mellett képeket vettünk fel és értékeltünk ki. A 10. ábra bal oldala a mért szűrkeségi fok histogramokat (profilgörbék), míg a jobb oldala a gradiens histogramokat mutatja. A felső diagramok az eredeti állapotú, néhány kiálló szálal tartalmazó fonalszakaszra vonatkoznak, míg a középső és az alsó diagramok 600, illetve 1600 sodrat/m sodratadás után készültek. Jól látható, hogy a kontúrszélesség hogyan csökken és a domináns szálorientáció értéke, azaz a felületi sodratszög hogyan változik a sodrat növelésére. Az is látható, hogy az első sodratnövelésre (600/m) a már majdnem tömör fonaltest átmérője csak kicsit csökken, viszont a sodratszög jóval jelentősebben változik a sodratnövelésnek megfelelően.



10. ábra Gyűrűsfonalon különböző sodratértékek mellett mért szűrkeségi fok profilgörbék és gradiens histogramok.

A következő két ábra egy szakítóvizsgálat néhány eredményét szemlélteti, melyet a már említett, a mikroszkóp tárgyasztalára szerelhető kis sodró-húzó készülék segítségével végeztünk. Ebben az esetben a fonalminta – a bemutatott állapotban – még nem szakadt el teljesen, hanem egy kis szálhíd maradt a szakadás helyén. A 11. ábrán, e kis szálhíd vázlatán rajzoltuk meg az itt alkalmazott mérőablakot és az abban mért profilgörbét és a gradiens histogramot. Az eredményekből kitűnik, hogy az eredeti fonál 467/m sodratértéke helyett egy 1640/m



11. ábra Gyűrűsfonal szakadásának vázlata és szálhídon jelzett ablakban mért szürkességi fok profilgörbe és gradiens hisztogram.



12. ábra Gyűrűsfonal húzása közben a szakadás három részlete

értékű sodrat halmozódott fel a kis poláris tehetetlenségi nyomatékú szálhídon. A 12. ábra a szakadás helyét mutatja be három, a szálhíd elejéről, közepéről és végéről felvett és kinyomatott kép segítségével.

Összefoglalás

A bemutatott mérésekből látható, hogy a kifejlesztett videografikus rendszer jól használható a szál- és fonalmérő, illetve a fonal felületi sodratszög méréséhez, nem csak a szokásos, tárgylemezre rögzített szál- és fonalmintákon, hanem a segédkészülékként megszerkesztett, tárgyasztalra erősíthető húzó-sodró készülékbe fogott fonaldarabokon is, és így fonalmechanikai vizsgálatokra is alkalmas.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket az Országos Tudományos Kutatási Alapnak az OTKA I/3 821. és az OTKA I/5 7652 témaszámú kutatások – melyek egyik eredménye az ismertetett rendszer és az azon végzett vizsgálatok – támogatásáért.

Irodalom

- [1] Fördögh I., Halász G., Szász K., Vas L. M.: Képfeldolgozó rendszer textil-szálak és fonalak lokális vizsgálatához. Anyagvizsgálók Lapja, 3. évf. 1993/3. sz. (p. 79–83)
- [2] Fördögh I., Szász K., Vas L. M., Halász G., and Takács M.: Measurement of yarn diameter and twist angle with image processing system. 5th International DAAAM Symposium, Maribor, 27–29th October 1994.
- [3] Vas L. M., Halász G., and Takács M.: Image processing system for measuring geometrical properties of fibres and yarns. International Textile Conference IMTEX '93 Lódz, 25–26. March 1993.
- [4] Császi F., Takács Á., Vas L. M.: A szálbunda szerkezetének és szálorientációjának modellezése és kísérleti vizsgálata képfeldolgozó eljárással. Magyar Textiltechnika, XLVII.k. 1994/1. sz. (p 14–19)
- [5] Álló G., Főglein J., Hegedűs Gy. Cs., Szabó J.: Bevezetés a számítógépes feldolgozásba. Kézirat. BME-MTI. Budapest 1993.
- [6] Schalkoff, R. J.: Digital processing and computer vision. John Wiley & Sons Inc., New York (NY) 1989.

ASM Hungary Annual Dinner '95

Az ASM (Amerikai Anyagtudományi Társaság) Magyarországi Tagozata (ASM Hungary) immáron harmadik alkalommal rendezte meg éves szakmai találkozóját Budapesten a Gellért Szállóban. Az 1995. november 24-ei összejövetelen az ASM Hungary sok tagján kívül az alapanyaggyártásban és anyagfeldolgozásban Magyarországon meghatározó jelentőségű cégek (Dunafer Rt., Rába Rt., Mol Rt., Aga Gáz Kft., Hunguard Float-Üveg Kft., Szerelvényértékesítő Kft.), az anyagvizsgálatban és minőségbiztosításban érdekelt több jelentős hazai intézmény (Aeroflex-Ferihely Anyagvizsgáló Laboratórium, TÜV Rheinland Hungaria, QualiTech Mérnöki Iroda, Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet) és a különféle szerkezeti anyagok előállítására és felhasználására felkészítő felsőfokú képzés reprezentáns intézményei (Budapesti Műszaki Egyetem, Miskolci Egyetem, Veszprémi Egyetem, Bánki Donát Műszaki Főiskola) vezető oktatói és kutatói közül is, valamint az ASM Miskolci Hallgatói Csoport tagjai közül is többen részt vettek a rendezvényen.

Dr. Török Tamás, az ASM Hungary elnöke megnyitó szavai után a rendezvény fővédnöke, dr. Dunai Imre miniszter megbízásából az Ipari és Kereskedelmi Minisztériumból Varga István, az alapanyagipari önálló osztály főosztályvezetője köszöntötte az egyesület szakmai találkozóján megjelenteket, majd dr. Tolnay Lajos, a Magyar Kereskedelmi és

Iparkamara elnöke szólt az ipar és kereskedelem kapcsolatrendszeréről, valamint az anyagmérnök illetve kohó- és gépészmérnök-képzésben részt vevő fiatal ASM-tag egyetemi hallgatók jövőbeli feladatainak fontosságáról. Nagy Ferenc, a Dunafer Rt. fejlesztő mérnöke hosszabb előadásban számolt be a dunaújvárosi nagyvállalat legkorszerűbb termékeiről, azok főbb gyártási mutatóiról, és műszaki fejlesztései irányairól.

Dr. Verő Balázs, az ASM Hungary alelnöke bejelentette, hogy a szervezet támogatja a Bányászati Kohászati Lapok Kohászat szakfolyóirat megjelenítését és e lapban a korszerű anyagokkal foglalkozó rovatban a jövőben helyt adnak az egyesülettel kapcsolatos híryanagoknak is.

Dr. Dévényi László, az ASM Hungary titkára a tagfelvételtől és az ASM nyújtotta szolgáltatások köréről tett ismertetése után az ASM Európai Tanácsának elnöke, Torsten Holm úr köszöntötte és tájékoztatta a résztvevőket a professzionális nemzetközi információs anyagmérnök-szövetség működéséről, fejlődéséről és a korszerű és naprakész műszaki információk megszerzésében kínált lehetőségekről, kiemelve az ASM International mára már csaknem az egész világot behálózó jellegét.

Reológiai mérések a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen

Dr. László Péter* – Dr. Zana János*

A kertészeti, mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek vizsgálati eljárásai közt a szilárdságtani tulajdonságok mérése a reológia alkalmazásának viszonylag új ága. A mérésekhez szükséges eszközök a múltban manuális kezelésűek voltak. Csúpan az elmúlt évtizedben jelentek meg azok a műszerek, amelyek

- villamos hajtással biztosították a konstans deformáció-sebességet,
- jelátalakító segítségével lehetővé tették a mérési eredmények rögzítését.

Az Egyetem Fizika–Automatika Tanszékén 1987-ben nyílt meg a lehetőség az effajta anyagi tulajdonságok vizsgálatára egy hazai gyártású *Fructométer* (elektrotenzometrikus nyomásellenállás- és deformációmérő) beszerzésével.

Reológiai modellek

A reológia a szilárdságtanból fejlődött ki. Összehasonlítva a fémek szerkezeti anyagok vizsgálatával, két lényeges eltérést kell említenünk.

Az első az, hogy míg a fémek anyagi tulajdonságait a húzó igénybevételből kiindulva írjuk le, addig a kertészeti-élelmiszeripari termékeket nyomó igénybevétellel vizsgáljuk. Iparágunk termékeinél a húzó és nyomó igénybevételi határ közti különbség sokkal nagyobb, mint ugyanez az arány a fémeknél. A kontrakció ellentéte, a kitüremkedés lényegesen kisebb, mint ahogyan azt a fémek anyagi ismerete alapján elvárhatnánk.

A másik jellegzetesség az, hogy az anyagtulajdonságok leírásához feltétlenül szükség van a reológiai tárgyalásmódra.

A reológia a klasszikus szilárdságtanon túlmenően a jelenségek időbeli lefolyásával is foglalkozik. Nem elégszik meg például az időtartam-szilárdság meghatározásával, hanem időbeli viselkedésük alapján osztályozza az anyagi tulajdonságokat. Szemben a szilárdságtanban szinte egyeduralgó *elasztikus* modellel, a reológia még két alapot is használ. Ezek: a *viszkózus* és a *plasztikus* modell.

A *viszkózus modell* teljes egészében Newtonnak a súrlódásos folyadékokra vonatkozó törvényei alapján áll. Az időfüggést ez esetben az fejezi ki, hogy a keletkező feszültség sebességarányos, azaz a relatív deformációnak az idő szerinti első deriváltjával fejezhető ki.

A *plasztikus alapmodell* szerint az alakváltozás a jellemző határfeszültség elérésekor minden határon túl elkezd növekedni, nem sebességarányos, tehát mindaddig fennmarad, amíg a terhelés a határfeszültség alá nem csökken. Ennél a modellel az időbeli egymásutániság helyébe a sorrendi (okozati) egymásutániság lép. Szemben az elasztikus és a viszkózus viselkedéssel, matematikai szempontból, tipikusan nemlineáris folyamatként írható le.

Méréstechnikai szempontból mindezek alapján leszűrhető, hogy rögzítenünk kell a mechanikai igénybevétel lefolyásának egymásutániságát, tehát nem nélkülözhetjük a jelenségek időbeli adatainak rögzítését. Ezen túlmenően, lehetőség nyílik az összetett reológiai modellek közül egynek: a *Maxwell-modellnek* a mérésére is. Ez azt jelenti, hogy mérési összeállításunk segítségével képesek vagyunk kiszámítani a Maxwell-modell viszkózus komponensének időállandóját és viszkozitási jellemzőjét.

Ezen mérés alatt a penetrométer helyben marad (konstans alakváltozás-értéket tart), a vizsgált test részecskéi a helyben maradó „dugó” mellett elcsúsznak, *elfolynak*. A folyás tulajdonságaira a feszültség csökkenéséből (elernyedéséből) következtetünk.

A reológiai jellemzőket a későbbiekben, a mérések kiértékelésénél részletezzük.

Mérési metodika

A műszer motoros hajtással alulról felfelé emelve mozgatja a mérőkehelybe illesztett gyümölcsöt. A beállított sebesség egyben a deformációsebesség is 0,1 és 0,4 mm/s között tetszés szerint választható. A felfelé emelkedő gyümölcs a műszer felső részén rögzített penetrométerhez nyomódik, amely így behatol a gyümölcs belsejébe. A penetrométer az amerikai eredetihez (1/4 hüvelyk) közeli metrikus méretű: síklappal lezárt 6 mm átmérőjű hengeres csap.

A műszer fejrészében találhatók az érzékelők. Az erő mérését a penetrométerre csatlakozó kettős gyűrű alakú nyúlásmérőbéllyeges erőmérőcella végzi. Az alakváltozást (a behatolást) egy rugalmas lemezre erősített, az előzőtől független erőmérőcellával teszi mérhetővé. Az eredeti változatban a két jelet X-Y regisztrálóra vezették, amely papírra rajzolta ki az alakváltozás ábráját: a *reogramot*. Sajnos, az eredmények ilyen rögzítése és archiválása nehézkes. Ezért áttértünk az adatok számítógépes kiértékelésére.

Az adatátvitelhez szükséges erősítők, analóg-digitális jelátalakítók, mérőinterfészek részben a Tanszéken, részben az FM Műszaki Intézetben készültek. A mérést, – kezdetben a kiértékelést is, – Commodore 128 típusú személyi számítógéppel végeztük. Ahogy azonban az IBM-kompatibilis gépek elérhetővé váltak, áttértünk az adatoknak a PC-be való áttöltésére. Így lehetségessé vált az is, hogy az eredményeket táblázatkezelő és statisztikai szoftverekkel értékeljük ki.

Az eredmények későbbi hiánytalan rekonstruálása érdekében minden mérési pontnál rögzítjük az alakváltozás, a feszültség és az idő értékét. Ez azt jelenti, hogy kb. 0,5 s mintavételezési sebességnél egy-egy mérés 80–100 pontból áll. A pontszámhoz két esetben illesztünk függvényt: először a kezdőpont és a folyáshatár között egyenest, másodszor, a roncsolási határ után, exponenciális függvényt.

Az eredmények kiértékelése

A felvett reogramnak négy kitüntetett pontja van (sorrendben): a startpont, a folyáshatár, a roncsolási határ és a megállási pont.

A *startpont* az a helyzet, ahol a mérőcsúcs először érintette a gyümölcs felszínét. Reológiai jelentősége nincs, de ehhez képes értelmezzük az erő irányú deformációt. Ennek relatív értékét pedig a vizsgált termék erő irányú kezdeti méretére vonatkoztatva értelmezzük.

A *feszültséget* az egyes mérési pontokhoz tartozó erő és a penetrométer véglapja felületének hányadosaként értelmezzük.

A *folyáshatár* neve ezeknél a termékeknél *biológiai folyáshatár*. Ez a pont a reológia számára elsődrendű fontosságú. Szilárdságtanilag értelmezve: itt a vizsgált anyag kismértékű folyást szenved (megváltozik a reogram meredeksége, az ún. tangens modulus is). Ezalatt a feszültség alig változik esetleg csökken, mint a fémek anyagoknál, míg az alakváltozás észrevehetően növekszik. Biofizikai értelmezés szerint ennél a pontnál következik be az első visszafordíthatatlan szerkezeti változás. Habár termékromlás kisebb feszültségeknél is felléphet (pl. enzim-barnulás), ezen a ponton az ilyen romlási folyamatok ugrásszerű növekedést mutatnak. Ezért a kertészeti és élelmiszeripari termékeknek a romlási jelenségekkel szembeni ellenállóképessége szempontjából rendkívül fontos a folyáshatár értékének vizsgálata. Így a folyáshatár ismerete lényeges a szállítás, halmazolás, osztályozás által okozott igénybevétel meghatározásához.

A *roncsolási határ* jellemezhető azzal a maximális feszültséggel, amelyet a termék a mérés közben elviselt. Igen sok esetben, mint héjszilárdságot értelmezzük. Értékét matematikai módszerrel határozzuk meg: egy maximumkereső algoritmus választja ki a mért feszültségek közül a legnagyobbat. Szemben a folyáshatárral, amelyet a minőség-megőrzés határának tekintünk, a roncsolási határ inkább arra ad választ, hogy mekkora erőfelfejtést igényel a termék a technológiai feldolgozó gépektől, például az aprítógépektől.

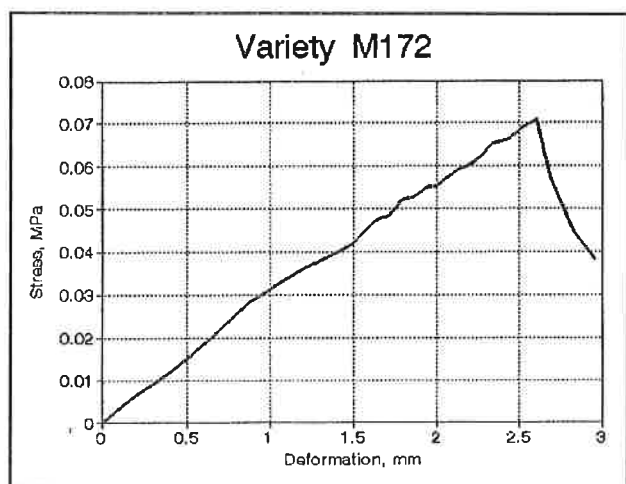
* Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Fizika-Automatika Tanszék

A mérés befejezésének pontja nem bír reológiai fontossággal. Általában a mérést végző személy szabadon dönti el, mikor állítja le a mérést. Ez többnyire attól függ, hogy megbizonyosodott-e arról, hogy a mérésnél valamennyi lényeges adatot fölvev-e. A roncsolási határ túllépésének észlelése elegendő ahhoz, hogy a mérést befejezettnek nyilvánítsuk. Vannak esetek, amikor ez nem könnyű. Például túlérett gyümölcsnél: őszibarack, meggy méréseinknél a roncsolási határt (a héj átszakadását) csaknem azonnal követte a mag elérése. Ez a mért feszültség további növekedését jelentette, de ezek a feszültségek már nem a gyümölcs húsára, hanem a mag tulajdonságaira jellemzőek. Ilyen esetekben a mérési eredményeket egy külön szoftver segítségével felülbíráljuk.

Az általunk vizsgált reológiai jellemzők

Az előzőekben leírtakra hivatkozva ismertetjük a mérések alapján számszerűen is meghatározható anyagjellemzőket.

A folyáshatárhoz tartozó feszültség és deformáció. Szükség esetén az erő és a relatív deformáció is megadható. Ehhez szemléltetésül az M172 fajtájú meggy reogramját mutatjuk be.



A rugalmassági modulus. Ezt a reogramnak a folyáshatár alatti részéhez illesztett érintő (tangens modulus) értékéből számítjuk a feszültségnek a relatív alakváltozásra vonatkozó deriváltja. Minthogy a mérés mintavételezéses jellegű, azaz diszkrét, a deriváltat numerikus deriválással határozzuk meg.

A rugalmassági tényező. Definíciója annyiban tér el az előbbtől, hogy a feszültséget most az alakváltozással osztjuk.

A roncsolási határhoz tartozó feszültség és alakváltozás. Mint a folyáshatár esetében, itt is lehetséges erő, illetve relatív alakváltozás megadása.

Deformációs munka. Ez nem más, mint a kezdőponttól a roncsolási határig terjedő görbeszakasz alatti terület. Az említettek miatt ennek kiszámítása is numerikus integrálással történik.

A Maxwell-modell viszkozitási komponense. Ezt a roncsolási határ utáni szakasz meredekségéből számítjuk. Pontos értékét azzal a feltétellel kapjuk, ha állandó alakváltozásra vonatkozott. Ha normál mérési sebességgel mértünk (0,1 mm/s), a kapott érték csak tájékoztató jellegű.

A feszültség-hányados. Ennek értékét úgy kapjuk, hogy a roncsolási határ és a folyáshatár feszültségét elosztjuk egymással. Az így kapott szám mindig egynél nagyobb. Egyes esetekben függvénykapcsolatot is találtunk ennek értéke és az érzékszervi bírálatokon adott pontszám között.

A folyáshatártól a roncsolási határig tartó szakasz eltérése az egyenestől (szekáns modulustól). Megállapodásszerűen pozitív, ha a görbe alulról homorú.

Eredmények

Eredményeinkre vonatkozóan ezúttal egy bővebb irodalomjegyzéket közlünk. Ebből látható, hogy többféle gyümölcsöt és zöldségfélélt vizsgáltunk. Ezek reológiai jellemzői igen nagy terjedelmet foglalnának el, ezért közlésétől eltekintünk. Azonban célul tűztük ki, hogy számszerű adatainkat egy, a későbbiekben megvalósítandó nyilvános hozzáférésű számítógépes adatbázis útján az érdeklődők rendelkezésére bocsájtjuk.

Irodalom

- Albu-László-Zana: Az alma érettségének vizsgálata penetrométerrel. 1988. Lippay János Tudományos Ülésszak előadásai.
- László-Nyeki-Zana: Reológiai vizsgálatok gyümölcsmintákon Fruktométer segítségével. = Élelmiszerfizikai Közlemények 1989/1. 29-35.p.
- László-Nyeki-Zana: Researches on the rheological properties of fruit flesh. = Journal of Food Physics. 1989.
- Hármoriné-László-Nyeki-Zana: Üzemi körülmények között tárolt almafajták összehasonlító értékelése reológiai paraméterek segítségével. Lippay János Tudományos Ülésszak előadásai. 1990.
- Zana-Kristófné: Előadás a MÉTE Objektív nyersanyagátvételi módszerek az élelmiszeriparban c. konferenciáján, Győr. 1990.
- László-Zana: Élelmiszerfizika I. (Hidrodinamika, Reológia, Fénytan) Szerk.: László. Bp. 1990. Jegyzet. 165 p.
- Lakner-László-Zana: Összefüggésvizsgálat gyümölcsök reológiai jellemzői között. = Élelmiszerfizikai Közlemények. 1991. 43-51. p.
- Kristófné-László-Terbe-Zana: A konzervborka konzisztenciájának minőségét meghatározó tényezők. MTA AMB Agrárműszaki Tanácskozás 1992. január, Gödöllő.
- Bányainé-Perczelné-Zana: Statistische Qualitätskontrolle von Obst und Gemüse. 29. Wissenschaftliche Arbeitstagung. Berlin, 1992. III. 18-21. 103.p.
- Zana-Szöllősi: Meggyfajták reológiai tulajdonságainak vizsgálata fruktométerrel. Élelmiszerfizikai Közlemények. 1992/2. 31-40.p.
- Kristófné-László-Terbe-Zana: A konzervborka konzisztenciáját meghatározó tényezők. Lippay János Tudományos Ülésszak előadásai. 1992. 907-908.p.
- Zana: Számítástechnikai feladatok penetrometriás mérőprogramoknál. Lippay János Tudományos Ülésszak előadásai. 1992. 324-326.p.
- Kristófné-László-Zana: Reológiai módszer alkalmazása konzervborka minőségének jellemzésére. MTA AMB Agrárműszaki Tanácskozás Gödöllő, 1993. január
- Bányainé-László-Zana: Almafajták minőségellenőrzése reológiai módszerekkel és statisztikai eljárások felhasználásával. EOQ Statisztikai módszerek Albizottság. 1993.
- László-Sass-Zana: Characterizing the Quality of Apple Varieties by Rheological Properties. POSTHARVEST '93 Kecskemét. 17-20.p.
- László-Sass-Zana: Penetrometric Properties of Apple Sorts in Hungary. ICP-PAM 5. Bonn, 1993. 124.p.
- László-Zana-Sass: Almafajták reológiai tulajdonságainak vizsgálata. MTA Agrár-Műszaki Bizottság, Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1994. január 18-19. 31.p.
- Kristófné-László-Zana: Rheological properties of cucumber varieties related to the sensory evaluation. Journal of Food Physics. 1994. Vol.1. 55-59.p. 1st ISFP
- Füstös-Omlódi-Zana: Investigation of Onion's Agrophysical Parameters. Journal of Food Physics. 1994. Vol.2. 28-31.p. 1st ISFP
- M. Gílinger-Pankotai-J. Zana-É. Fogarasi-Urfi: Effects of Hormone Treatment on some Rheological Parameters of the Tomato Fruit. Journal of Food Physics 1994. Vol.2. 36-37.p. 1st ISFP
- Zana-Várszegi: Quality assessment systems for cooling processes of mushrooms. = The Post-Harvest Treatment of Fruit and Vegetables. 1994. október 19-22. Oosterbeek, Hollandia, 96.p.
- Zana-László-Kristófné: Rheological and sensory evaluation properties of cucumber. = The Post-Harvest Treatment of Fruit and Vegetables. 1994. október 19-22. Oosterbeek, Hollandia. 87.p.
- Zana J.-Várszegi T.: Csiperkegomba minősítési rendszere. MTA Agrár-Műszaki Bizottság. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, 1995 I. 17-18. 12.p.
- Zana-Varga: Magyar borszóló fajták reológiai tulajdonságai. MTA Agrár-Műszaki Bizottság. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, 1995. I. 17-18. 44.p.

A mágneses elektro-emissziós mérés technika alkalmazása műszerezett ütővizsgálatnál

Lenkeyné dr. Biró Gyöngyvér* – Dr. Siegfried Winkler**

A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékén a műszerezett ütőmű továbbfejlesztéseként mágneses- és elektro-emissziós érzékelők valamint a hozzájuk tartozó elektronikus egységek kerültek beszerzésre és installálásra. Ezek segítségével lehetőség nyílik a törési folyamat részletesebb vizsgálatára és elemzésére.

Dolgozatunkban bemutatjuk a mérőrendszer és a számítógépes mérésadatgyűjtő rendszer elemeit. Részletesen ismertetni kívánjuk a mágneses és az elektro-emissziós mérési módszer lényegét, valamint alkalmazási lehetőségeit.

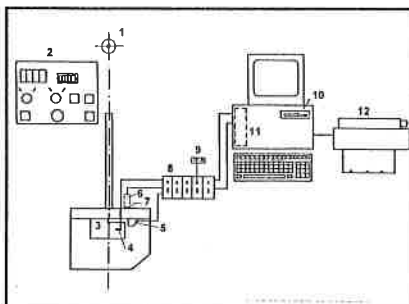
Az elvégzett kísérletek eredményei alapján a következő kérdésekre keresünk választ:

- Milyen folyamatokkal lehetnek összefüggésben a mért jelek?
- A mért jelek alapján hogyan lehet a törési folyamat egyes elemeit elkülöníteni?
- Lehetséges-e a repedésindulás meghatározása ezekkel a mérési technikákkal különböző, eltérő tulajdonságú anyagok esetén?

A mérőrendszer bemutatása

A tanszéken üzemelő műszerezett ütőmű kifejlesztésére OMFB-pályázat keretében került sor 1988–89-ben a KFKI szakembereivel együttműködve, egy PSD 300/150 típusú berendezés felhasználásával. Az első rendszer továbbfejlesztésére egy ifjúsági OTKA-pályázat, illetve egy Copernicus kutatási projekt keretében került sor. Ez egyrészt a mérő-elektronika és a kiértékelő rendszer korszerűsítését, másrészt az ütőmű további, mágneses és elektro-emissziós érzékelőkkel való felszerelését jelentette. A jelenlegi mérőrendszert mutatja be az 1. ábra.

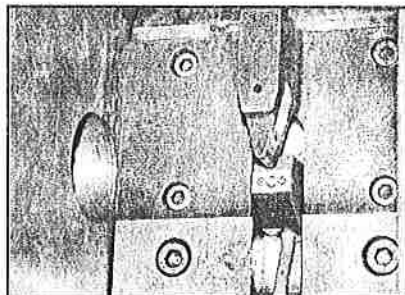
Az ütőmű kialakítása lehetővé teszi, hogy a kalapács egy villanymotor segítségével tet-



1. ábra A műszerezett ütőmű és a mérőrendszer felépítése

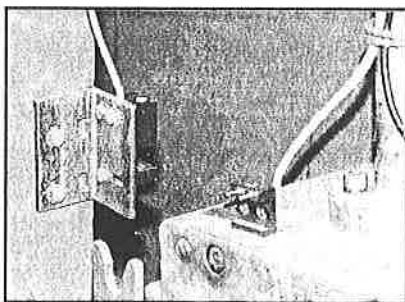
1. Szög mérés; 2. PSD 300 típusú ütőmű vezérlőszekrény; 3. Ütő; 4. Nyúlásmérő bélyeg; 5. Mágneses és elektro-emissziós érzékelők; 6. Külső trigger egység; 7. Triggerelő zászló; 8. Tápegység és erősítő; 9. Időmérő kijelző; 10. Számítógép; 11. Adatgyűjtő kártya; 12. Nyomtató

szőleges helyzetbe emelhető, így az ütési sebesség gyakorlatilag fokozatmentesen változtatható 0–5,5 m/s tartományban. Az erőmérés a vizsgálat közben az ingafejben elhelyezkedő ütőel odalfelületeire ragasztott nyúlásmérő-bélyeg (3) segítségével történik. A mágneses és elektromos érzékelők egy közös házban (5) helyezkednek el úgy, hogy az ütés közben a próbatest oldalfelületétől kb. 2 mm távolságban, a bemetszés tövéhez a lehető legközelebb legyenek. A felbélyegzett ütőel és az emissziós érzékelők elhelyezkedését mutatja a 2. ábra.



2. ábra A PSD 300/150 ütőgép felműszerezett ütőele a mágneses és elektro-emissziós érzékelőkkel

Az adatgyűjtés indítása olyan külső trigger-egység (6) segítségével történik, amely egy fotocella és egy impulzus-generátor kombinációja. Mivel a triggerelés helyének és a próbatestnek a távolsága állandó, különböző ütési sebességek esetén a kalapács ezt a távolságot különböző idő alatt teszi meg. Ezért kisebb sebességeknél túl sok adat kerülne eltárolásra még a terhelés kezdete előtt. Ennek kiküszöbölésére szolgál az impulzus-generátor (8-ban), ami a fotocella trigger jelét követően egy előre beállítható késleltetési idő után impulzust ad, s ezzel indítja az adatgyűjtést. A kalapácsban található kétsapos zászló (7) az optikai trigger egységen való keresztülhaladása közben két impulzust indukál: a két impulzus között eltelt időből (9) meghatározható a kalapács sebessége, a triggerjelet az impulzus-generátor a második impulzus alapján adja. A 3. ábrán látható a kalapács a kétsapos zászlóval és az ütőmű házán elhelyezett optikai trigger-egység.



3. ábra A kalapácsban elhelyezett kétsapos zászló és az optikai trigger-egység

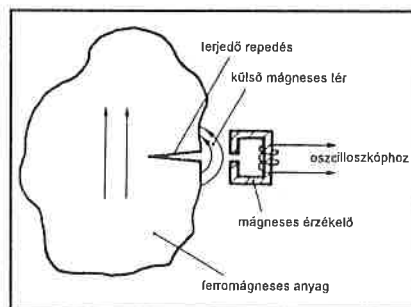
A bélyegek és az érzékelők jelei mérőerősítőkön (8) keresztül jutnak az adatgyűjtő eszközbe. A bélyegek erősítője 1 MHz felső határfrekvenciával és 100-szoros erősítéssel rendelkezik. Az emissziós jelek erősítése 10-szeres. A mérési adatok rögzítése Macintosh Centris 650 típusú számítógépen elhelyezett 4 csatornás, 1 MHz-es A/D adatgyűjtő kártyával történik egy Lab View rendszerben megírt szoftver segítségével.

A mágneses és elektro-emissziós mérés technika

A mágneses emissziós módszert elsősorban a műszerezett ütővizsgálathoz fejlesztették ki [1, 2], de alkalmazható statikus vizsgálatoknál is gyorsan lejátszódó törési folyamatok esetén.

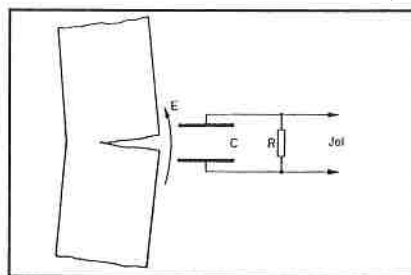
A mérés két fizikai jelenségen alapszik. Az egyik a ferromágneses anyagok mágneses doménszerkezetével függ össze: a terhelés hatására a mágneses doménfalak mozgása miatt megváltozik a próbatestben a mágneszettség iránya a terhelő erő irányába, ami a test közelében elhelyezett tekercsben mágneses indukció folytán áramlökéseket okoz. Ez tulajdonképpen egy mechanikailag indukált Barkhausen-zaj.

A másik jelenség az, hogy a felmágnesezett ferromágneses anyagban lévő repedés környezetében a mágneses erővonalak kilépnek az anyagból (ezt a jelenséget használják fel a mágneses repedésvizsgálatnál is). Ezért repedésterjedéskor a repedés közelében elhelyezett mágneses érzékelővel regisztrálni lehet a külső mágneses erőter változását (4. ábra).



4. ábra A mágneses emissziós mérés elve

Az elektro-emissziós módszer kifejlesztése is Winkler nevéhez fűződik [3]. Elvi alapja



5. ábra Az elektro-emissziós mérés elve

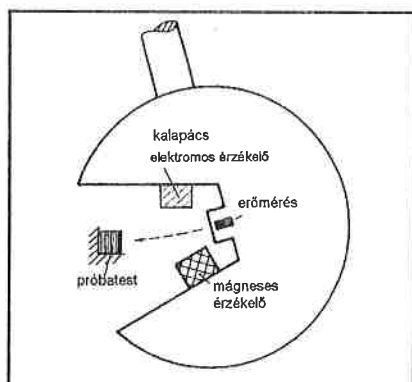
* Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék

** Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg

az, hogy az alakváltozás és törés közben lejátszódó folyamatok egy része az anyagban elektromos térerősség változást okozhat (pl. molekula-deformáció, töltés-szeparáció repedésterjedés közben). A megfigyelt jelenségek elvi háttere még nem ismert pontosan, jelenleg is kutatott téma. A mérés sematikus vázlata az 5. ábrán látható. Az elektromos térerősség változása a repedés közelében elhelyezett kondenzátor segítségével mérhető.

A mágneses és elektro-emissziós módszerek alkalmazhatóságára vonatkozó vizsgálatok

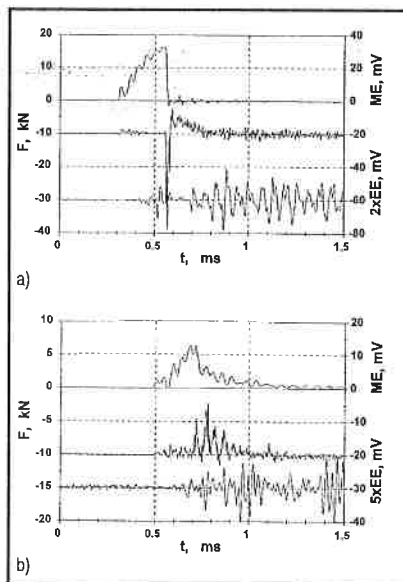
Az első kísérleteket – mivel a tanszéken ma már üzemelő rendszer installálása csak később történt – a freiburgi Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik-ban végeztük, az általuk felműszerezett berendezések segítségével. Acél próbatetek esetében egy Mohr & Federhaff PSW30/15 típusú, 300 J-os ütőművet használtunk. Az erőméréshez használt mérőbéllyegek és az emissziós érzékelők elhelyezését a kalapácson a 6. ábra mutatja. Műanyag próbateteknél a várható ütőmunka kis értéke miatt a kísérleteket 4 J ütési energiájú, FRANK gyártmányú ütőművön végeztük. A mérési adatok tárolására 4094 Nicolet típusú digitális tárolós oszcilloszkópot használtunk. Az oszcilloszkóp által mágneslemezen tárolt adatokat PC formátumra transzformálás után számítógépen dolgoztuk fel a QuattroPro táblázatkezelő program segítségével.



6. ábra A freiburgi, Mohr & Federhaff PSW30/15 típusú ütőmű kalapácsának műszerezése

Az eddigi kísérletekből néhány jellegzetes mérési eredmény bemutatására van csak lehetőség, amelyeket úgy válogattunk össze, hogy ferromágneses és nem ferromágneses anyagokra, illetve fémes és nemfémes anyagokra vonatkozó eredmények is legyenek köztük. A válogatásnál további szempont volt, hogy mind instabil, mind stabil repedésterjedés forduljon elő, így össze lehet hasonlítani a kétféle törés esetén mért jeleket. Példákat mutatunk be V-bemetszésű és előreperesztett szabványos ütőpróbatetekeken végzett vizsgálatokból is, hogy szemléltessük az esetleges különbségeket vagy hasonlóságokat a kétféle próbatétel-típus esetén.

A 7. ábra V-bemetszésű (a) és előreperesztett (b) 900A sínacél próbatetek erő (F – felső



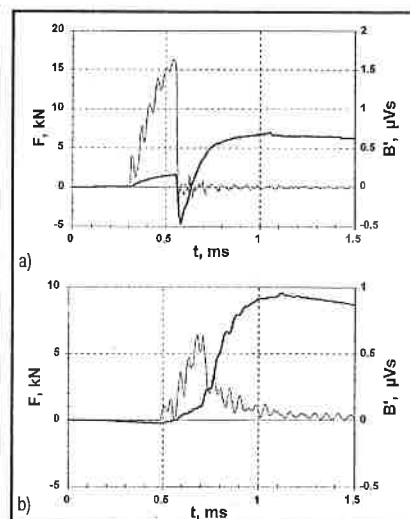
7. ábra Sínacél erő, mágneses és elektro-emissziós diagramjai a) V-bemetszésű ütőpróbatesten (v = 2 m/s) és b) előreperesztett ütőpróbatesten (v = 1 m/s) mérve

diagram), mágneses emissziós (ME – középső diagram) és elektro-emissziós (EE – alsó diagram) diagramjait mutatja. Mindkét esetben megfigyelhető, hogy a mágneses emissziós jelek a terheléssel egyidőben jelennek meg. Majd a bemetszés környezetében fellépő egyre nagyobb húzófeszültség hatására további jelek indukálódnak a mágneses domén-szerkezet változása miatt. Az instabil repedésterjedés megindulásával egyidőben mindkét esetben nagy mágneses jel figyelhető meg, amit a repedés környezetében a próbatestből kilépő mágneses erővonalak okoznak. Az elektro-emissziós jelben nem rögtön az ütés pillanatában jelentkezik érzékelhető változás. Nagyobb amplitúdójú jelek a próbatest képlékeny alakváltozásának kezdetekor jelennek meg, ami egybeesik az erő-idő diagram kezdeti szakaszának elhajlásával. Ez az első elektromos jelcsomag egészen a ridegtörés kezdetéig tart.

A mért mágneses jelek (ME(t)) tulajdonképpen a mágneses térerősség változásának sebességével arányosak, és nem magát a térerősséget (B) nagyságát adják meg. Ezért a mágneses jelek integrálásával a mágneses térerősséggel arányos mennyiséget kaphatunk, azaz:

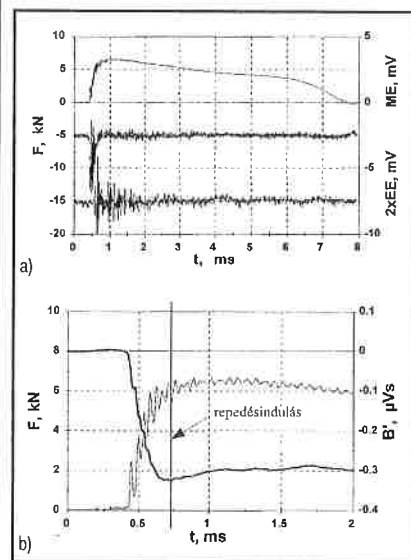
$$B(t) \propto \int_{t=0}^t ME(t) dt = B$$

Mivel a próbatétel törése közben lejátszódó fizikai folyamatot a mágneses térerősség változása jobban szemlélteti, ezért a mágneses jelek integrálásával (trapézközelítés módszerével) kiszámítottuk a mágneses térerősségnek az időbeni alakulását (B'). A kapott eredményt mutatja a 8.a) és b) ábra. Mind a V-bemetszésű, mind az előreperesztett próbateteknél a terhelés növekedésével a mágneses térerősség fokozatos változása figyelhető meg. A V-bemetszésű próbánál az instabil repedésindulás pillanatában hirtelen, nagymértékű térerősség-változás látható. Az előreperesztett próbatestnél a térerősség iránya nem változik meg, csak a görbe meredeksége mutat hirtelen változást.



8. ábra Sínacél V-bemetszésű (a) és előreperesztett (b) ütőpróbatetének erő és mágneses térerősség diagramjai

A 9.a) ábra 15H2MFA reaktortartály-acél előreperesztett próbatétel T = 200 °C-on végzett low-blow vizsgálatának (ütési sebesség v = 1,4 m/s) diagramjait mutatja. A próbatesten stabil repedésterjedés volt megfigyelhető, ami az erő-idő diagramon a maximum utáni folyamatos erőcsökkenésből is látható. Az ütközést követően viszonylag nagy mágneses jelek indukálódnak, s végig kísérik a terhelő erő növekedését. Ezután kisebb, közel állandó amplitúdójú jelek figyelhetők meg. A repedésterjedés kezdetére nem utal észrevehető változás.

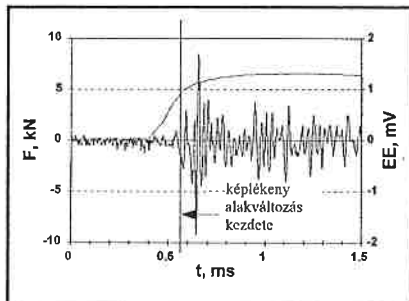


9. ábra Reaktortartály-acél előreperesztett ütőpróbatetének (a) erő, mágneses és elektro-emissziós diagramjai (b) erő és mágneses térerősség diagramjai, (v = 1,4 m/s)

A mágneses térerősség időbeni változását a 9.b) ábra mutatja. Itt, hasonlóan a sínacél próbateteknél tapasztaltakkal, a térerősség először gyorsabban változik. Majd a rugalmas alakváltozás után egy rövid állandósulás figyelhető meg. A repedésindulást követően – amikor mágneses erővonalak lépnek ki a pró-

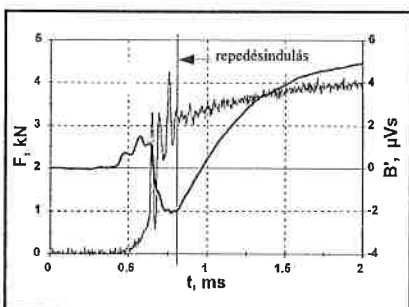
batestből a repedésűcs környezetében – a térorösség újra változni kezd. A mágneses térorösség görbéjének ez a töréspontja adja meg a stabil repedéssterjedés kezdetét (ld. 9.b) ábra).

Az elektro-emissziós jelek megjelenése ennél a vizsgálatnál is a képlékeny alakváltozás kezdetéhez köthető. Ezt jól szemlélteti a 10. ábra, ami a szoftveresen simított erő-idő diagramot mutatja az elektromos jelekkel együtt. A jelenség fizikai hátterének tisztázása még a jövő feladata.



10. ábra Reaktortartály-ácel előreperesztett ütőpróbatestjének simított erő és mágneses térorösség diagramjai

Egy hasonlóan szívós viselkedésű előreperesztett próbatest (BS4360-50E típusú ácel) erő és mágneses térorösség diagramjait mutatja a 11. ábra, amelyet már a tanszéki berendezésen mértünk szobahőmérsékleten, $v = 1,73$ m/s ütési sebességgel végzett vizsgálat közben. A stabil repedésindulást itt a térorösség görbe még karakterisztikusabb meredekségváltozása jelzi.



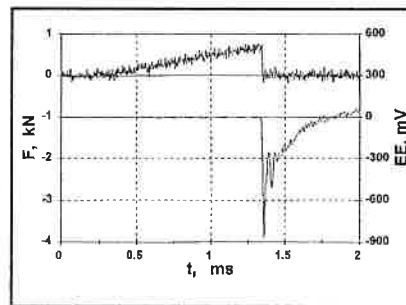
11. ábra BS4360-50E típusú ácel előreperesztett ütőpróbatestjének erő és mágneses térorösség diagramjai ($v = 1,73$ m/s)

Az elektro-emissziós mérés technika alkalmazásával műanyagok esetén kaptunk érdekesebb eredményeket. Az egyik tapasztalatunk az volt, hogy a ridegen viselkedő műanyagok törésekor legtöbb esetben nagy amplitúdójú elektromos jelek jelentek meg (pl. PVC – 12. ábra, poliamid – 13.a) ábra). De például kemény polietilén vizsgálatoknál nem mutatkozott változás az elektromos jelekben a ridegtörés közben. Erre a magyarázatot valószínűleg a műanyagok molekuláris szerkezetének különbözőségében kell keresni.

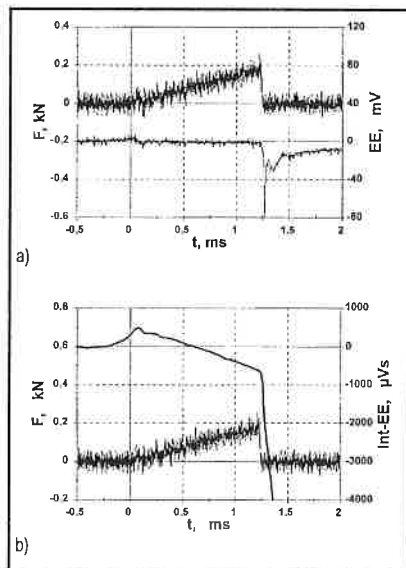
A vizsgált szívósan törő műanyagok esetén a repedésindulásra nem utalt érzékelhető változás az elektromos jelekben, mint ahogy az ultramid esetén a 14.a) ábra szemlélteti.

Mivel az elektro-emissziós érzékelő kis időállandójú (10 μ s), ezért az elektromos térorösség

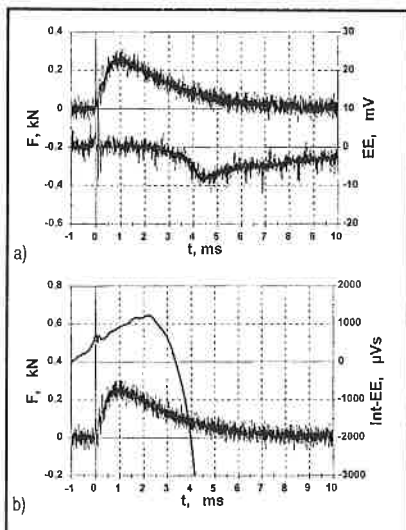
változásakor regisztrált jel nagyon gyorsan lecseng. Így a kapott elektromos jelek inkább differenciális jellegűek. Ezért a jelek integrá-



12. ábra PVC V-bemetszésű ütőpróbatestjének erő és elektro-emissziós diagramjai ($v = 1,09$ m/s)



13. ábra Poliamid előreperesztett ütőpróbatestjének (a) erő és elektro-emissziós diagramjai, ($v = 1$ m/s) és (b) elektromos térorösség és erő diagramjai



14. ábra Ultramid előreperesztett ütőpróbatestjének (a) erő és elektro-emissziós diagramjai ($v = 1$ m/s), és (b) elektromos térorösség és erő diagramjai

lásával (trapézközelítés módszerével) az elektromos térorösség változásának folyamatát szemléletesebben mutató diagramokat kaphatunk. Ez látható a 13.b) és a 14.b) ábrák felső diagramjain. Kismértékű térorösség-változás figyelhető meg már az erőnövekedést megelőzően, amikor az érzékelő a próbatesthez közeledik. Ez a próbák kezdeti elektrosztatikus töltöttségével függhet össze. Majd a törést megelőző képlékeny alakváltozás miatt az elektromos térorösség folyamatos változása figyelhető meg, amit a molekula-láncok deformálódása közben bekövetkező lokális térorösség-változások okozhatnak. Ridegtörés esetén (13.b ábra) a törés pillanatában a térorösség ugrásszerűen megváltozik, míg szívós törésnél (a 14.b) ábra) a térorösség-görbe meredekségének változása lehet összefüggésben a repedésindulással. Az elektromos térnek a törés közben mért változása az atomi kötések elszakadása miatti töltés-szeparáció eredménye lehet.

Összefoglalás

A különféle anyagokon elvégzett kísérletek eredményei alapján a mágneses és elektro-emissziós mérés technika ütővizsgálatnál történő alkalmazhatóságával kapcsolatos eddigi legfontosabb tapasztalatok a következők:

1. Ferromágneses anyagoknál mind a V-bemetszésű, mind az előreperesztett próbatesteknél az instabil repedéssterjedés kezdetekor a mágneses térorösség gyors, nagymértékű változása észlelhető a próbatest közelében. Ezért a regisztrált mágneses emissziós jelek hirtelen amplitúdó növekedéséből meghatározható az instabil repedéssterjedés kezdete.

2. Ferromágneses anyagoknál, előreperesztett próbatestek vizsgálatoknál stabil repedéssterjedés esetén a repedésindulásra nem utal egyértelmű, észrevehető változás a mágneses emissziós jelekben. Ilyenkor a jelek integrálásával meghatározott mágneses térorösség-görbe meredekségváltozása jelzi a repedéssterjedés kezdetét.

3. Fémek anyagoknál elektro-emissziós méréssel V-bemetszésű, illetve előreperesztett próbatestek vizsgálatoknál sem stabil, sem instabil repedéssterjedés közben nem érzékelhető szisztematikus változás az elektromos térorösségben, de az elektromos jelek megjelenése minden esetben a képlékeny alakváltozás kezdetéhez köthető.

4. Többféle rideg viselkedésű műanyag esetén az instabil repedéssterjedés kezdetét az elektro-emissziós jel amplitúdójának hirtelen megváltozása kíséri. Szívósan törő műanyagoknál az elektromos jelek integrálásával kapott térorösség-görbe meredekségének változása lehet összefüggésben a repedésindulással.

Irodalom

- [1] S. Winkler: Magnetische Emission, Ein neues Brucherkennungs-verfahren, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik T 3/88, 1988.
- [2] S. R. Winkler: Magnetic Emission Detection of Crack Initiation, ASTM STP 1074, Philadelphia, 1990., p. 178-192.
- [3] S. Winkler: Brucherkennung mit elektrischer Emission, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik T 10/90, 1990.

Az ÁEEF-laboratórium megalakulásáról

Előzmények

Az 1960-as évtized derekán a villamosenergia-iparág már rendelkezett anyagvizsgáló laboratóriummal, melynek fő feladata volt a működő erőművek és az épülő (export is) erőművek kazánjainak, turbináinak, főgőzvezetékeinek anyagvizsgáló és hegesztésvizsgáló problémáinak az elemzése és szakértése. Ezt a feladatot látta el az 1955-ben alakult Erőkar Anyagvizsgáló Laboratórium (EKAVI).

A Nehézipari Minisztérium más ágazatai, mint pl. a vegyipar, a petrokémiai iparág, nem rendelkeztek laboratóriumokkal, pedig a nyomástartó edények, csővezetékek, vegyipari apparátúrák, az itt előforduló extrém nyomások, hőmérsékletek és természetesen a fokozott korróziós hatások miatt különleges anyagismeretet igényelnek. A vegyipar és a petrokémiai ipar soha nem látott fejlődésnek indult. A hatalmas beruházások megkívánták a beruházók fokozott figyelmét a gyártási és szerelési munkák kivitelezését, minőségét illetően.

Az Erőkar Anyagvizsgáló Laboratórium a villamosenergia-iparág feladatainak ellátása mellett szabad kapacitásában szívesen állt a vegyipar és petrokémiai ipar rendelkezésére. Miniszterhelyettesi szinten felmerült annak a lehetősége, hogy az Erőkar Anyagvizsgáló Laboratórium minimális bővítésével (műszer, létszám) az egész nehézipar anyagvizsgáló igénye kielégíthető volna. Ez a logikus elképzelés az akkori erőviszonyok közepette nem valósult meg. A vegyipar, a petrokémiai ipar, a gyógyszeripar és az ipar egyéb területén működő nyomástartó edények, tartályok, továbbá az ipari kazánok, azaz a veszélyes üzemi berendezések folyamatos felügyeletet, ellenőrzést igényelnek.

A kazánok, nyomástartó berendezések, villamos készülékek felügyeletére létesült 1968-ban az Állami Energetikai és Energiatechnikai Felügyelet. Az Energiatechnikai Felügyelet műszaki vezetői 1970. január 8-án részt vettek az Erőkar Anyagvizsgáló Laboratórium szakmai rendezvényén. Itt az egyik fő téma volt az anyagvizsgálatok szerepe a meghibásodások megelőzésében. Az Energiatechnikai Felügyeletnek is alapelve a megelőzés. Így találkoztak a gondolatok arra vonatkozóan, hogy az anyagra, gyártásra, szerelésre visszavezethető káresetek, balesetek megelőzésére az Energiatechnikai Felügyeleten belül is szükség volna egy anyagvizsgáló bázisra. (Ez később kiegészült kazánvizsgáló laboratóriummal.)

1970. július 1. tekinthető az Energiatechnikai Felügyelet laboratórium születési dátumának, bár ekkor se laboratórium, se műszerek, se „csapat” még nem volt. Egy naplódíszet fejezi ki legjobban az első hetek hangulatát: „se asztalom, se székek, de van reményem”.

Laborra szerveződés

Az anyag- és vízvizsgáló laboratórium „felállítása” három területen folyt:

- A laboratórium épületének, helyiségeinek kialakítása a Tóth Lőrinc utca 11. telken felállított fabarakban, majd 1971 májusától a Logodi utcai „laborépületben”,
- Műszerek, anyagvizsgáló gépek, bútorok stb. beruházása,
- A szervezet felállítása (szakemberek)

Az érdemi munkák a **roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal** kezdődtek, mert ezek helyszíni, tehát általában nem laborhelyiségekhez kötött vizsgálatok. A szükséges Kőjál-engedélyek megszerzése után a hegesztések röntgenvizsgálata már 1970-ben elkezdődhetett. Ezen roncsolásmentes vizsgálat később kiegészült mágneses, festékdifúziós (penetrációs) és ultrahangos repedésvizsgálatokkal.

Az ultrahangos vizsgálati technikák közül különösen a falvastagság-mérés igénye volt nagy, a korrózió és erózió anyagvastagság-csökkenő hatásainak roncsolásmentes mérési lehetősége miatt.

A laboratóriumnak két vegyeszeti részlege alakult ki. Az egyik végzi a fémek, a korrózióstermékek és lerakódások kémiai összetételének elemzését (**fémanalitika**), a másik az ipari kazánok különböző helyekről

vett vízmintáit analizálja. A **vízkeimiai laboratórium** az elemzésein kívül a kazánok optimális vízkezelésére szakértői véleményt is nyújt.

A **mechanikai labor** megszervezésével lehetővé vált a szerkezeti anyagok szilárdságának, szívós-rideg tulajdonságainak vizsgálata nem csak szobahőmérsékleten, hanem a kazánanyagok üzemi hőfokán is.

A **metallográfiai labor**nak döntő szerepe lett a hibakereső anyagvizsgálatokban. A fémek kémiai összetétele, a mechanikai anyagvizsgáló adatok és a fémek szövetszerkezetének ismerete teszi lehetővé a meghibásodás (alakváltozás, repedés, törés, túlhevülés stb.) okának meghatározását.

A **próbatesteket kimunkáló műhely** a felsorolt laboratóriumokhoz szervesen kapcsolódik. A próbatestek pontossága, azok azonosíthatósága, (nyomonkövethetősége) a laboratórium hitelképességének egyik alappillére.

Az anyagvizsgálatok elvégzéséhez nem csak épületre, berendezett helyiségekre, pontos és megbízható műszerekre, anyagvizsgáló gépekre van szükség, hanem kitűnő szakemberekre is. A legnehezebb feladat a szakemberek „szerzése” volt. Az Állami Energetikai és Energiatechnikai Felügyelet, a saját dolgozóinak fizetését alapul véve, nem tudott fizetésajánlataival csábító hatású lenni az anyagvizsgáló szakemberek számára. Számosan voltak viszont, akik az „új laboratórium új lehetőségei”-nek reményében jöttek volna, de sokak munkaadói, az akkori munkaügyi hatalmukat kihasználva, konkurencia félelemből, vagy csak féltékenységből, nem engedték el a képzett anyagvizsgáló szakembereiket. Számos „kiskaput” megkeresve sikerült végül egy tetterre kész kis csapattal a munkákat elkezdni.

Műszaki felügyeleti feladatok

A klasszikus anyagvizsgáló tevékenységeken túl a megelőzés, a minőségbiztosítás volt a munkánk fő célja. Ennek köszönhetően nyerte el a laboratórium a legjelentősebb vegyipari, petrokémiai beruházások **műszaki felügyeletének** (akkor még nem használták a minőségbiztosítás kifejezést) megbízásait.

Ezek sorát a **leninvárosi olefinmű** nagyberuházás helyszíni szerelési munkáinak (főleg a hegesztési munkák) folyamatos ellenőrzése nyitotta meg. A Linde-cég valamint a TÜV-Bayern ellenőrzési és vizsgálati módszereit átvéve végeztük – minden időjárási körülmények között – a helyszíni vizsgálatokat.

A nagyberuházások sorát a **kazincbarcikai PVC II** szerelésének helyszíni ellenőrzése követte.

Külön kiemelés érdemel a Dunai Kőolajipari Vállalat **katalitikus krakküzemének** beruházása. A beruházókkal és a szerelővállalatokkal együtt büszkén említhetjük meg, hogy határidőre, 3 nappal a beindítás után már teljes kapacitással termelhetett az óriásüzem.

A nagyberuházások műszaki felügyelete fényesen bizonyította a megelőzés, a minőségbiztosítás és a biztonságtechnika gazdasági sikerét.

Ma már a **minőségirányítás** nem csak a termék és a technológia (folyamat) minőségének biztosítására vonatkozik, hanem a vállalati rendszerre is. De ez már nem műszaki, hanem piaci, vezetési és szervezési kategória.

★

Az elmúlt 25 évre visszatekintve, jóleső érzéssel állapítható meg, hogy az **Energiatechnikai Felügyelet Anyag- és Vízvizsgáló Laboratóriuma** a klasszikus anyagvizsgálatokból kiindulva, nemzetközi hírnevet is szerezve, eljutott az akkreditált laboratóriumok előkelő körébe.

Becker István

Állapotértékelő, kárelemző vizsgálatok

Dr. Bacscai Antal

Negyedszázadon keresztül az energia, az olaj- és vegyipar különböző területein változatos feladatokat megoldva a különféle technológiai rendszerekkel, részegységekkel, szerkezetekkel, alkatrészekkel kapcsolatban kialakult egy hatalmas, szakmailag specifikus ismeretanyag, valamint azon alapuló szakértői készség, amelynek hatékony kihasználása, naponkénti módszeres gyarapítása országos érdek.

Az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet Anyagvizsgáló Laboratóriuma ezzel a felkészültséggel segíti a hatósági, felügyeleti tevékenységet, az ipari termelést, a lakossági szolgáltatásokat.

Több, hosszabb időtartamú szerződés keretében dolgozunk a Mol Rt. kutatási, termelési, feldolgozási és kereskedelmi igazgatóságainak, üzemének. Eseti, célirányos szerződések keretében segítjük az erőművek munkáit, s naponta kisebb-nagyobb megbízást kapunk a hazai műszaki tevékenységek minden területéről.

Megelégedéssel összegezhetjük, hogy az ésszerűség és a kölcsönös érdek figyelembevételével szerződéses és megbízásos kapcsolataink a kisebb-nagyobb munkákban tartósak és bővülő tendenciát mutatnak. Ebben az évben például csak a tárolótartályok állapotértékelő vizsgálatán terén több, mint tízmillió forintos szerződéses feladatot teljesítettünk.

Munkánk végzéséhez, szakmai kapcsolataink bővítéséhez megvan a következő feltételek:

- hazai viszonyok között jól felszerelt vegyészet, vízkémiai, roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatokra alkalmas, akkreditált laboratórium, mobil radiográfiai laboratórium,

- nagy gyakorlattal, szakértelemmel, nyelvtudással, minősítési fokozatokkal, bizonyítványokkal rendelkező szakemberek,

- az ipari szakterületekre, technológiák szerkezeti anyagaira, potenciális károsodási formáira (korrózió, kifáradás, kúszás, hidrogén károsodás stb.) vonatkozó módszeresen gyűjtött, feldolgozott szakirodalmi anyag, megfelelő szabvány és kézikönyv háttérrel.

Évente több, mint 300 cégnek, intézménynek a megrendelésére végzünk állapotértékelő, kárelemző vizsgálatokat, szakvéleményeket (néha egy-két napon belül is).

Szakértői tevékenységünkhöz rendszerint több szakemberből álló munkacsoport szerveződik (pl. vegyész, gépész, hegesztő, roncsolásmentes vizsgáló).

Vizsgálati, szakértői munkánk a kőolajiparban

Szénhidrogénipari tevékenységünk alapját, szakmai múltját a következőkkel szemléltethetjük.

Vizsgálati jelentések, szakvélemények készültek

- két gáz- és olajtermelő vállalatnak,
- három finomítónak (legtöbb a Dunai Finomítónak),
- a kőolajipari gépgyáraknak és
- a Gáz- és Olajvezeték Vállalatnak.

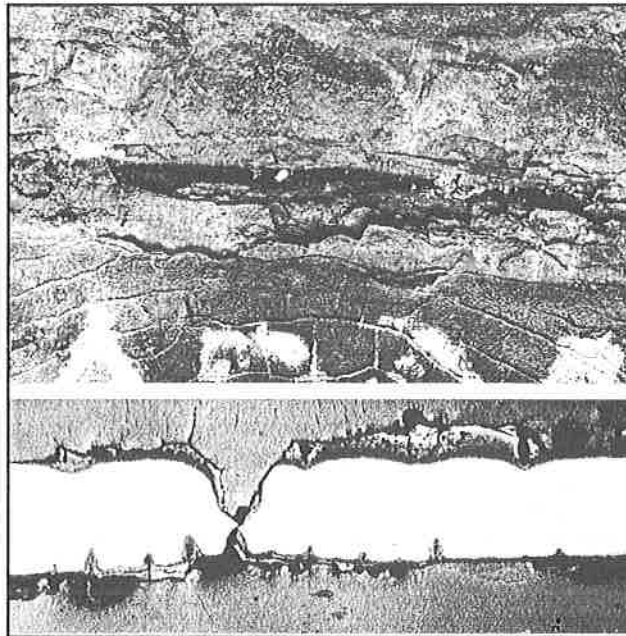
A szakvélemények egy része vállalatközi kooperációs folyamatokhoz, vitás ügyekhez kapcsolódott, mások a hatósági engedélyezési folyamatot segítették (OBMF, ÁEEF), illetve gazdasági perben szolgálták a szénhidrogénipar érdekeit.

A fő technológiai berendezéseket tekintve

- 17 db kőolajipari kemence,
- 19 db kőolajipari reaktor,
- öt távvezeték,
- két termelőmezei vezeték,
- számos nyomástartó edény (pl. nagy gömbtartályok)

vizsgálata során szereztünk értékes tapasztalatokat, folytatunk ma is a karbantartási tervhez igazodó vizsgálatokat. A tapasztalt káresetek egyikét mutatja az 1. ábra (alul a hiba keresztmetszeti képe).

Munkánk egyre alaposabb felkészülést és nagyobb felelősséget igényel, mivel több berendezés üzemideje megnőtt. Több kőolajipari reaktor és kemence például az eredeti 10 év helyett már 15–25 év üzemidőt teljesített, mert vizsgálataink eredményei alapján megalapozottan lehetett kiaknázi az élettartam tartalékait. Ehhez viszont tudni kellett, hogy az adott szerkezeti anyag és üzemi környezet kombináció esetén milyen időben változó károsodási formákra kell számítani, milyen eszközökkel és vizsgálattechnikával lehet azokat kimutatni, és a kapott eredményekből milyen következtetéseket lehet és szabad levonni.



1. ábra Olajipari desztillációs üzemi kemence csőlyukadása

Atermelő mezők kútjainak, gyűjtő, előkészítő rendszereinek és a szállító csővezetékrendszernek a szerkezeti anyagait is több olyan korróziós folyamat károsítja, amelyek indukációs ideje hosszú, így a viszonylag „tünetmentes” korszak után törvényszerűen jelentkezhetnek sorozatos meghibásodások. (2. ábra.) A roncsolásmentes vizsgálatokkal egyre hatékonyabban figyelhetők (monitoring) ezek a rendszerek is, de mindig gondolni kell az ilyen módszerek detektálási, megbízhatósági korlátaira. Ezeket a lehetőség szerint mindig célszerű kiegészíteni részletes laboratóriumi kárelemző vizsgálatokkal is. Sok információt hordozhatnak a javítási, átalakítási munkák során kivágott szerkezeti részek, még ha látványlag hibátlanok tűnnek is. Érdemes az ilyen részeket megvizsgáltatni.

Hosszabb és rövidebb időszak vonatkozásában nagyon kicsi még a legdrágább vizsgálatok költsége is a váratlan (netán katasztrófális) üzemzavarok költségeihez viszonyítva.



2. ábra Szénhidrogén távvezeteki cső meghibásodása

Szénhidrogénipari vizsgálati, kárelemzési, szakértői tevékenységünk először az üzem által észlelt hibák típusának, okának meghatározásával kezdődött.

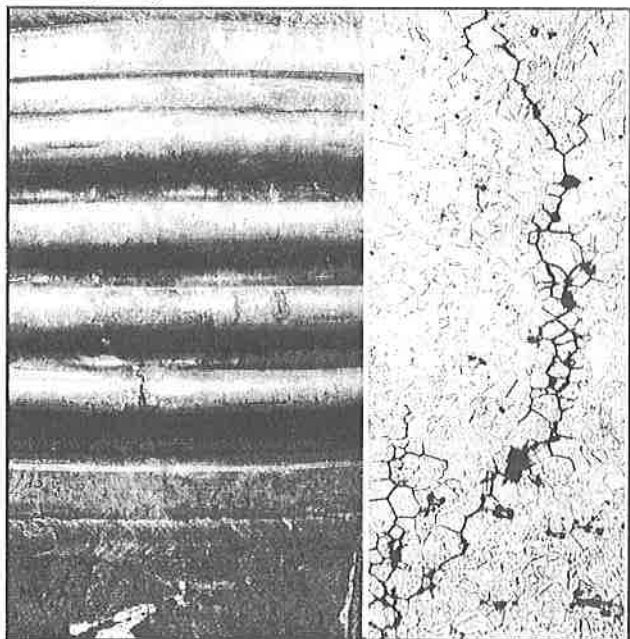
A következő időszakban már módszeres, rendszeres állapotértékelést kértek megbízóink, így bizonyos hibákat (elsősorban korróziós károsodásokat) még olyan stádiumban észleltünk, amikor még kevésbé veszélyeztették az üzembiztonságot, illetve mód volt a javításra vagy a módszeres figyelésre.

Természetes volt, hogy egy időszak után már úgy fogalmazódtak meg a megbízásaink, hogy az állapotértékelési és kárelemzési eredmények alapján becsüljük az egyes készülékek, illetve teljes technológiai rendszerek maradék élettartamát is. Így már évtizedes élettartam hosszabbítást lehetett elérni például a gázolaj kénmentesítésben, a benzinreformálásban.

Az élettartambebecslések megbízhatósága a vizsgált technológiai rendszer 0-állapotától is függ. A későbbiekben kivitelezett, nagyobb kapacitású üzemek teljes beruházási folyamatát átfogó kivitelezési minőségbiztosítással, szakfelügyelettel segítettük. Másként értékeli egy új üzem állapotát a beruházó szervezet, valamint a később jelentkező bajokkal majd megküzdő üzemeltető és karbantartó szakembercsoport.

Az utóbbi nagyobb beruházásoknál (pl. Dunai Finomító HDS-üzem) a kezdeti állapotértékelést (0-állapot) is elvégeztük, s arra alapozva készítettük el a hosszú távú nagyleállási ellenőrzési tervet.

Szaktevékenységünk a kis tömegű heganyagok helyszíni anyagazonosító vegyelemzésétől a különböző sebességekkel folytatott melegszakításokon, rövid idejű és hagyományos kúszásvizsgálatokon, valamint mikroelemzéses pásztázó elektronmikroszkópos és feszültségkorróziós hibaelemzésen át (3. ábra) a törésmechanikailag megalapozott akusztikus emissziós reaktorvizsgálatig sokféle esetet és vizsgálattechnikát magába foglal.

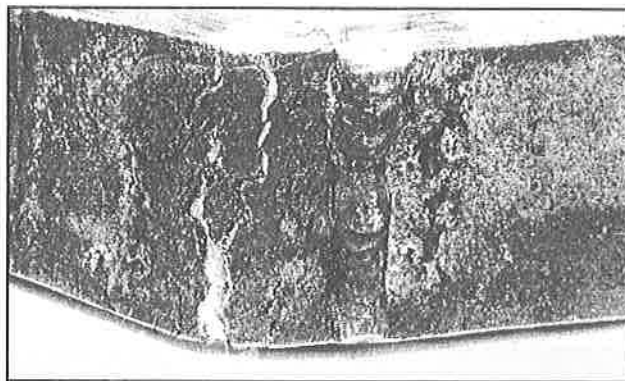


3. ábra Feszültségkorróziós repedések aromás-üzemi gőzfejlesztő K036 anyagú hullámkompenzátorában

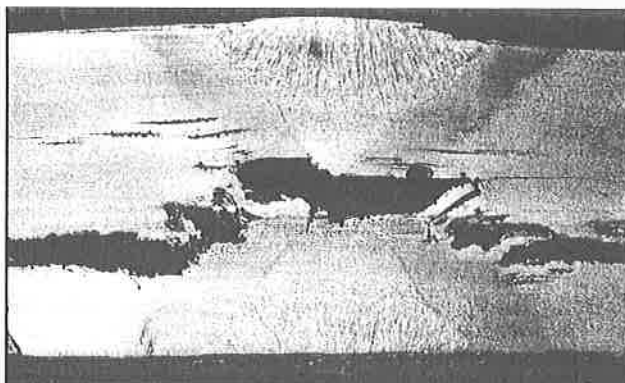
A szakvéleményeinkben szereplő szerkezeti anyagok közt megtalálható a sokféle hazai és külföldi kazánlemez, korrózióálló acéllemez, ötvöztelen és ötvözött csőminőség, többféle öntvény, csavaranyagok, alumínium, sárgaréz és Ni-alapú szuperötvözetek változatos hőkezelt és hegesztési állapotban. Hazai viszonylatban kimagasló ismeretanyagunk halmozódott fel a 2,25 Cr–1,0 Mo, az 5,0 Cr–0,5 Mo és a 9,0 Cr–1,0 Mo ötvöztettségű, hidrogénnyomásálló acélokról vonatkozóan, s ez módot ad a szövetszerkezeti változatok, hegesztések, szulfidos feszültségkorróziós (4. ábra) és kúszási károsodások alapos elemzésére. Ez az ismeretanyag például egyetlen kőolajipari kemence túlfűtési üzemzavari állapotértékelésekor több millió forint megtakarítást eredményezett a megbízónak.

Sok-sok példát említhetnénk a hólyagosodás (blistering) (5. ábra) típusú, hidrogén okozta károsodásra, valamint a szulfidos feszültségkorrózióra, illetve az ausztenites acélok klorid és polithionsavak okozta feszültségkorróziójára.

A hólyagosodás a gáz kénhidrogén-tartalma és a savas kondenzá-



4. ábra Feszültségkorróziós repedések a 5 Cr–0,5 Mo anyagú cső hőhatásövezetében (Gázolaj-kénmentesítő üzem)



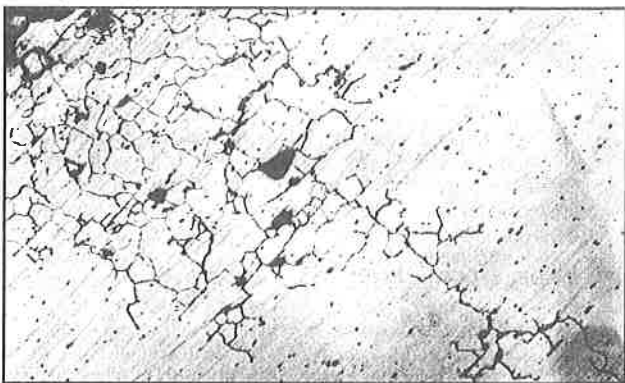
5. ábra Hólyagosodás (blistering), a hidrogénes károsodások egyik formája

tumok képződése következtében két dunántúli gázvezetékben (12", illetve 24") jelentős üzemzavart okozott. Viszont a másik két gázvezeték vizsgálatának eredményei alapján azzal tudtuk megnyugtani a megbízókat, hogy az üzemzavart csőgyártási hiba okozta, illetve csővezeték vizsgálati célra kivágott mintáiban nincs hólyagosodás és szulfidos feszültségkorrózió a varratoknál, annak ellenére, hogy a mező határon túli oldalán problémák voltak. Vizsgálati eredményeink a hazai inhibálási technológia eredményeit tükrözték.

A hidrogén okozta statikus törés érdekes példáival találkoztunk az egyik szénhidrogénmező gázkút szögperem csavarjainál, ahol a nagy szilárdságú, túlfeszített csavarok tartósan talajvíz alá kerültek.

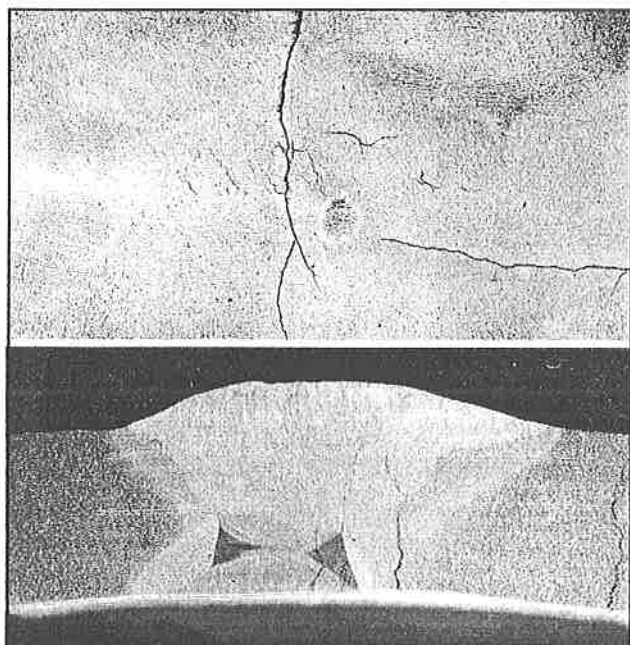
Több hőcserélő köpenyének varratai mentén állapítottunk meg feszültségkorróziós repedezést. Ezen esetekben a fő kérdés az volt, hogy szulfidos vagy lúgridagsági eredetűek-e. Mindkét károsodási típus előfordult.

A hőcserélők ausztenites acél csőkötegeiben és béléseiben viszont a klorid és a polithionsavak okozta feszültségkorrózió tipikus példáit tártuk fel (6. ábra).



6. ábra Polithionsav okozta repedések a gázolaj-kénmentesítő hőcserélője köpenyének felrakóhegesztéses ausztenitesacél-borításában

Különös figyelmet fordítunk a mono-etanol-amin oldatos kénhidrogén és széndioxid elnyelőtők, hőcserélők feszültségkorróziós károsodásaira, mivel az ilyen rendszerekben meglepő példákat is találtunk (pl. 35 mm



7. ábra Mous-efanol-amin (MEA) oldat okozta feszültségkorróziós repedések a gázolaj-kénmentesítő hőcserélő köpenyének (KL2) javított varratszakaszánál

vastag falú mosótoronyban 19 mm repedés, A35 csőben repedés, KL2 hőcserélő köpeny repedés; 7. ábra).

A hidrogénnyomásálló acélok heterogén kötéseinek hőhatás-övezetében sok esetben észleltünk szulfidos feszültségkorróziót, a gyök heganyagában pedig polithionsavak okozta repedéseket. Az előbbiekkal kapcsolatos kárelemző munka sajátos területe a hegesztési hőhatás-övezetek keménységeloszlásának helyszíni és laboratóriumi mérése. Az állapotértékelő, kárelemző szaktevékenység érdekes feladatai a javíthatósági kérdések, azaz javítható-e egyáltalán a szerkezet és hogyan? Ilyen vonatkozásban is sikeres referenciákat említhetünk, mint pl. a villámcsapás és tűz miatt részben károsodott nagy, álló, hengeres tartályt, vagy a repedt, nagy veszélyességű nyomástartó edényt, valamint a porózus hidrogénnyomásállóacél-öntvényt.

Tárolótartályok vizsgálata

A 11/1994. és 44/1995. IKM rendeletek országos feladatát tették a sokféle méretű, típusú, üzemidejű, üzemeltetési körülményű tartály állapotának értékelését, a szükséges javítások, felújítások elvégzését.

Az e területen felhalmozódott közvetlen és közvetett tapasztalatainkat a Mol Rt. által megrendelt, föld feletti és föld alatti tartályokra külön-külön kidolgozott részletes vizsgálati technológiák elkészítésében hasznosítottuk. Ezek a technológiák a Megbízó és a Megbízott közös szellemi tulajdonát képezik, s a Megbízónál vezérgazdálkodási utasításban is szerepelnek.

Technológiánkat eddig több mint húsz nagy tartály komplex állapot-értékelésében is kipróbáltuk. Gyakorlati és elméleti ismereteinket e témában közkinccsé tettük a tartályvizsgáló szakemberek képzésében.

Szakvéleményeink minden esetben foglalkoznak azzal is, hogy milyen hibát, hol, hogyan kell kijavítani.

Tartályvizsgálati tevékenységünkben alkalmazzuk a legkorszerűbb roncsolásmentes vizsgálati módszert, a kisfrekvenciás elektromágneses hibakereső eljárást is, amellyel a tartály fenéklemezei nem látható, alsó oldalának korróziós károsodásairól is háromdimenziós vizuális képet kapunk (8. ábra), ami archiválható, így az 5–10 évenként esedékes időszakos vizsgálatok során összehasonlítható állapotértékelések és élettartambecslések alapja.

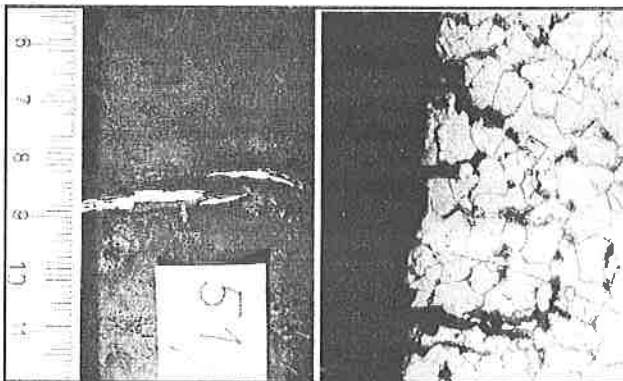
Több esetben nyújtottunk szakértői segítséget olyan tartályvizsgálati problémák megoldásához is, amelyek vita tárgyát képezték, vagy a kisebb tartályvizsgáló cégeknek „fogós” kérdést jelentettek.

A jövőben sok feladatra számíthatunk a veszélyes, mérgező anyagok tárolótartályainak a rendeletben előírt állapotértékelése és a kimutatott hibákhoz kapcsolódó kárelemző vizsgálatok területén, mivel itt sokféle közeg-szerkezeti anyag kölcsönhatásra, bélelések, borítások, felületvédelmi eljárások korróziós teherbírásának értékelésére kell felkészülnünk. Természetesen az eddig felhalmozott vegyipari korróziós ismereteinket e területen jól hasznosíthatjuk.

Energetikai kárelemzések

A hatósági felügyeleti munkához (kazánbiztosok) kapcsolódva az ország egész területén végzünk helyszíni roncsolásmentes és laboratóriumi kárelemző vizsgálatokat. Munkaterületünk a kommunális létesítmények kis kazánjaitól, a termelői üzemek energiarendszerén át a nagy erőművekig terjed (9. ábra), beleértve a nukleáris erőművet is.

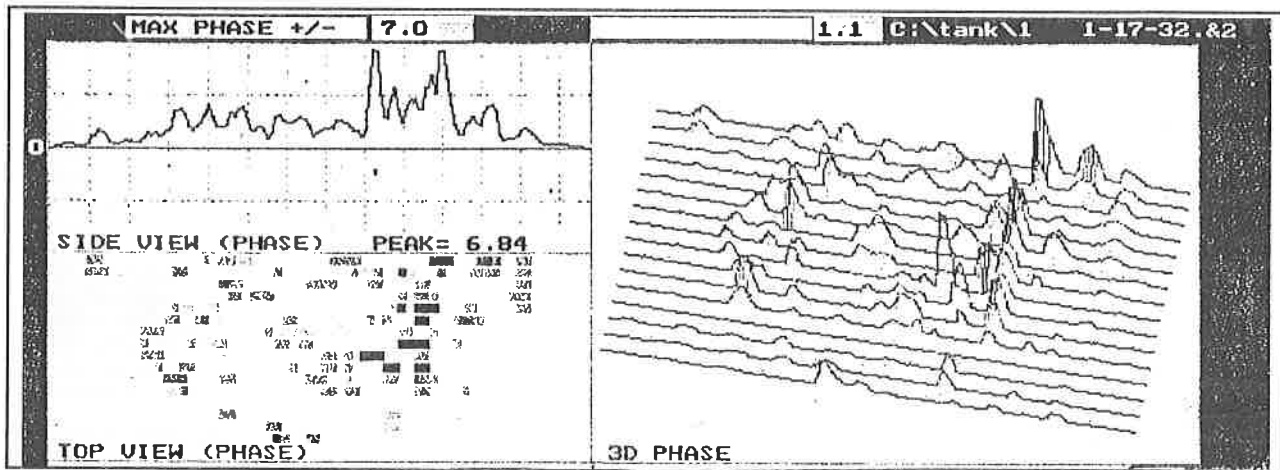
A hiba jellegének, okának meghatározása mellett szakvéleményünk rendszerint segítséget nyújt a javítási technológia kidolgozásához, engedélyeztetéséhez is.



9. ábra „Lúgridegségi” feszültségkorróziós repedések a 60/37 teljesítőképességű erőművi kazándobba sajtolt csövén

Összefoglalás

Az elmúlt 25 év alatt sok, változatos feladatot oldottunk meg a kárelemző vizsgálatok területén. Jelentős elméleti és gyakorlati ismeretanyagot halmozunk fel, amellyel örömmel segítjük a jövőben is megbízóinkat.



8. ábra Nagy tartály fenéklemezének alsó oldali korróziós károsodásáról kisfrekvenciás elektromágneses eljárással készített háromdimenziós kép

Állapotellenőrzés akusztikus emissziós vizsgálattal

Dr. Zolnay Gábor

Az anyagokban keletkező nyomáshullám különböző módon és sebességgel terjed.

Fém szerkezetek vizsgálatánál a szilárdtest rácsszerkezetében az igénybevétel gerjesztette atomi mozgások hatására kialakuló hullámokat piezo érzékelőkkel villamos jellé alakítják át. Az elektronika és a számítástechnika fejlődésével a gyakorlati élet számára feldolgozhatóvá tették az akusztikus emissziós jelenséget.

1970-es évektől az egész világon elfogadták az akusztikus emisszió elnevezést azután, hogy a jelenséget hangkibocsátás, anyagzörej, feszültség-hullám kibocsátás, rugalmas sugárzás néven is emlegették a szakirodalomban.

Ipari jellegű akusztikus emissziós mérések először az Egyesült Államokban 1968-ban voltak.

Laboratóriumunk 20 évvel később szerezte be az első négycsatornás műszer a Központi Fizikai Kutató Intézettől. Számos laboratóriumi próbatettkísérelt után 1989-ben végeztük az első vizsgálatot egy kazán-dobon. 1989-ben öt vizsgálatot végeztünk. Azóta folyamatosan nő a vizsgálatok színvonala és száma.

Az akusztikus emissziós vizsgálat alapjai

Az akusztikus emissziós folyamatok forrása a fémek terhelésénél

- a diszlokációs atommozgás (transzláció, ikerképződés)
- a repedésképződés és terjedés,
- a zárványok alapfém-től eltérő mozgása, alakváltozása, törése, sűrűsége.

A fémekben bekövetkező kitérés (egyedi) akusztikus hullámjelenségre legjellemzőbb a 100 kHz – 1 MHz átlagos frekvencia. Az átalakított villamos jel jellemzői:

- a maximális jelamplitúdó,
- a feltutási idő,
- a csillapodási idő,
- a csillapodó oszcillációk száma,
- a jel-idő függvény területe,
- a jel négyzetes középértéke.

Az akusztikus események összege, gyakorisága, az eseményösszeg változása, a jelek max. amplitúdójának eloszlása, amplitúdó összessége és ezek származtatott függvénykapcsolatai jellemzik az egyes fémtani változásokat. Ezek a változások összefüggésbe hozhatók a szerkezet, a szerkezeti elem teherbírással, illetve az anyaghibák, mint akusztikus források megtalálásával.

A mérésekhez több érzékelőt kell telepíteni a vizsgálandó berendezés felületére, hogy a megengedhető hangcsillapodás mellett kaphassunk hangemissziót a teljes szerkezetéről.

A mért eseményeket digitálisan kell tárolni majd értékelni. A kapott emissziós paraméterek függvényeiből megállapíthatjuk milyen a szerkezet állapota, milyen terhelésnél keletkezett káros aktivitás, ennek a mérteke veszélyes-e a szerkezet stabilitására. Szükséges-e kiegészítő vizsgálat?

Laboratóriumunk műszerfejlesztései

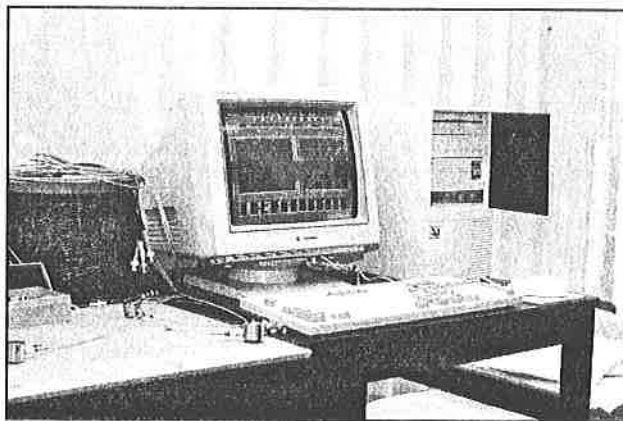
Az 1988-ban beszerzett négycsatornás, KFKI-gyártású Defectophone NEZ 220 típusú műszerrel, négy csatornával 1991 végéig dolgoztunk. 1991-ben az Energotechno Kft-ben közreműködésünkkel kifejlesztették a Sensophone típusú 16 csatornás műszer, amely bővíthető 32 csatornára. (1. ábra)

Az új műszer jelentős fejlődést jelentett a mérési lehetőségekben. A műszer másfél évtizedes mérés technikai és műszerfejlesztési tapasztalat alapján, a hozzáférhető legkorszerűbb mikroelektronikai alkatrészbázis felhasználásával fejlesztették ki.

Az akusztikus jelek 16 egymástól független csatornán érkeznek, melyeket a műszer digitalizálja és eltárolja. Az akusztikus jelek feldolgozása lineáris és logaritmikus erősítés után történik.

A műszer kezdetben 386-os, jelenleg 486-os számítógépbe épített kártyákkal valósult meg. Az AD-mérőkártya kereskedelmi forgalomban kapható; analóg digitál átalakítót, s digitális ki- és bemeneteket tartalmazó kártya.

A szoftver 80386 processzor alapú programcsomag, amely a kezelő számára megjeleníti a műszer a számítógép képernyőjén, biztosítja a



1. ábra A Sensophone 16 csatornás akusztikus emissziós műszer

kezelői kapcsolatokat, a műszer beállítását és a mérés vezérlését, valamint végrehajtja és kiértékeli a tesztek és mérések.

A 2. ábrán látható az ellenőrző panel képe.

A monitor három módban működik mégpedig: mérés; vezérlés, beállítás; ellenőrzés.

A műszer 125 ns pontossággal méri az adattárolás óta eltelt időt, és ugyanilyen pontossággal tárolja az észlelt eseményeket. Ez teszi lehetővé az AE-események pontos lokalizációs számításainak elvégzését tetszőleges csatornákombinációk esetén.

A legrövidebb mintavételezési periódus idő 100 ms. A beállított jel-szintnek megfelelően a kijelölt csatornákon a jeleket tároljuk. Természetesen a tárolás történhet ritkábban is a periódus idő többszörösével.

Az elmúlt négy évben, a mérési tapasztalatnak és igényeknek megfelelően, a műszer fejlesztőivel közösen, jelentős változásokat, fejlesztéseket valósítottunk meg. Ezt a műszer alapfelépítése, rendszere tette lehetővé.

Áttértünk a kiértékelésnél a Windows operációs rendszerre. Megvalósítottuk az adatok cseréjét a szövegszerkesztő és kiértékelő program között. Egységes felületet hoztunk létre a mérési eredmények függvénykapcsolatainak ábrázolására. Több ábra egy lapon való megjelenítésével és megfelelő rugalmas, egyszerű szövegszerkesztéssel azok értékelését, összehasonlítását megoldottuk. Erre a feladatra makrotáblát alakítottunk ki a 16 csatorna eseményeinek egyidejű összehasonlíthatóságával.

A kiértékelés így módon megoldott szervezésével jelentős előmunkát sikerült megtakarítanunk. Egy átlagos (2 óra) mérés kiértékelését korábban 2-3 napig végeztük. A jelenlegi előkészítési idő 1/2-1 óra előmunkát igényel, és a gép ezután elkészíti a kívánt információs anyagot. A mérési adatok nagy tömegének fogadása 16 csatorna esetén sokszor a mérés leállítását eredményezte. Jelenleg két személyi számítógép oldja meg azt a feladatot, amelyet eredetileg egy gép végzett. A mérési adattárolás és a mérés vezérlését különválasztva az adattárolás sebességét többszörösére növeltük.

A mérés megkezdése előtt az érzékelők működését, azok csatolását, az akusztikus események sebességét, csillapodását ellenőriznünk kell. Ez a feladat 16 csatorna esetén manuálisan irányítva hosszú időt (1-3 óra) vesz igénybe, mely a mérést szükségtelenül meghosszabbítja. Ezeket a tevékenységeket, a tesztelési eredmények tárolását automatizáltuk.

A műszerfejlesztéshez is alkalmas, mindenki által könnyen kezelhető programozási felületet (Dynamic Link Library) hoztunk létre.

Megvalósítottuk a háromdimenziós ábrázolást, amely a szerkezet, illetve a függvénykapcsolatok ábrázolásának lehetőségét terjesztette ki. Az a tény, hogy a hang terjedése a hullámmozgás minőségének változása miatt nem állandó sebességű, a forrás lokalizációjának pontosságát rontja. Kidolgoztunk egy sebességmérő rendszert, mely az egyes fejek között mért sebességekből épül fel.

A hengeres és gömbi (zárt) felületek esetére megoldottuk a lokalizációt.

Az említett fejlesztésekkel, a hangfizikai törvények pontosabb alkalmazásával a hangforrás lokalizálásának pontosságát jelentősen fokoztuk. A lokalizációs algoritmus analitikus módszerrel dolgozik, és figyelembe veszi a változó hangsebességet a forrás-érzékelő szögsebesség

Measure Test Control Display Set Print GoTo Help!

S E N S O P H O N E

Measure Test LED DAT LOC FUN Alarms Filters Store Dsk Mon Buffer

Stop Stop 1 1 1 1 No alarm No filter Selected data 34

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

AE HIT CONTROL Time Ampl Rise Width Counts Tr.Sample

SAMPLE AE AVERAGE CONTROL Triggered

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

Rate 1: 100 ms Digitol Input Group 1 2 3 4 Counter 1 2 3 4

G A I N C O N T R O L T h r e s h o l d AutoGain altering

AE Channel 1 Gain 0: Logarithmic Level 45.5 dB Level Mode Signal Levels

Al Channel 1 Gain 0: 1 Range 0: 0..+10 V up 0: anchored 1: flying high 0 [mV] low 0 [mV]

AE GAIN DISPLAY Fix

Ch 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 [dB]

Ch 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 [dB]

2. ábra A képernyőn megjeleníthető ellenőrző panel

kapcsolatával. A lokalizáció pontossága függ az érzékelési küszöbtől, ezt a mérés előtti ellenőrzővizsgálatok alapján akusztikus küszöbszint beállításával javítottuk.

Meghibásodott nyomástartó edények vizsgálata

Mikrokristályos reaktor vizsgálata

A hengeres, Ø 2000x7000x55 mm méretű, belül platírozott, gyengénötvöztacél-készülék 15 éves üzem után, más üzemben történő felállítására előtt, teljes körű roncsolásmentes vizsgálatnak vetették alá.

A radiográfiai és ultrahangos hibakereső vizsgálat a gyártási megengedett hibáknál jóval nagyobb méretű és gyakoriságú hibákat állapítottak meg. A berendezés pótlásának nehézségei miatt szakértői felülvizsgálatra kaptunk megbízást.

Az akusztikus emissziós vizsgálat (3. ábra) végzett első terhelési próbánál csak a legnagyobb méretű repedés (300x15 mm) volt akusztikusan aktív, azonban egyéb műszaki szempont miatt, a két legnagyobb

méretű repedés (300, és 100x15 mm) hegesztéses javítására és helyi kezelésére került sor. A javítás után elvégzett második akusztikus emissziós vizsgálat alapján javasoltuk a készülék üzembe helyezését, majd egy év után, és annak eredményei alapján a háromévenként elvégzendő ismételt ellenőrző vizsgálatot.

CO₂ tárolótartály vizsgálata

Az egyik szénsavtermelő vállalatnál telepítendő Ø 2000x6500x20 mm méretű és KO36 anyagú tartály szállítás során leesett a járműről. A készülék leesése során elszenvedett dinamikus terhelés és a deformáció hatásának vizsgálatára akusztikus emissziós mérést is végeztünk, egyéb méret- és hibaellenőrzés mellett.

A próbanyomáson nem mértünk a hibás helyen az ép részen mértől eltérő akusztikus aktivitást, így az új telephelyen az üzemeltetésnek nem volt műszaki akadálya.

Anilín tárolótartály

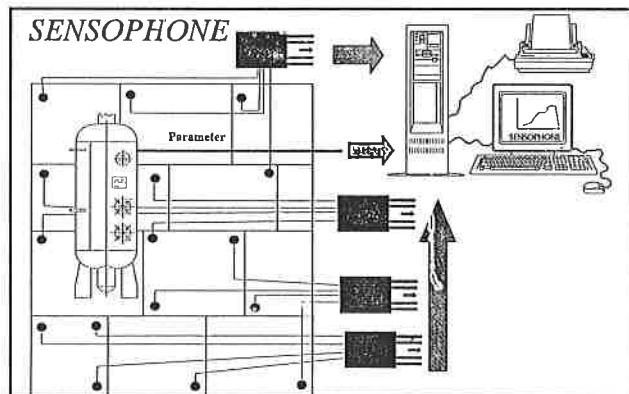
A két darab KO36 minőségű, Ø 10 000x7000 mm méretű és 5 mm falvastagságú álló hengeres, föld feletti tárolótartály fenék- és köpenylemezében, a koncentrált légtéri klorid szennyezés miatt, a szerelés után nagyszámú repedés keletkezett.

A készülék tömörsége érdekében 2 mm vastag belső lemezburkolatot készítettek. A víztöltet növelésével a teljes töltésig akusztikus emissziós módszerrel ellenőriztük a tartály terhelhetőségét, a meglévő repedések viselkedését, illetve a tömörséget.

A tartályokon szivárgást, repedésterjedést nem észleltünk.

Nagy veszélyességű nyomástartó edények állapotellenőrző vizsgálata

Az évente több mint 50 mérés közül kiemelkedően komoly műszaki feladatot jelent 4-5 akusztikus mérés. A szerkezetek különleges mérete, anyaga, károsodása, veszélyessége, gyártási körülményei miatt a mérés előkészítése több irányú műszaki feladatot jelent. Ilyen esetben a mérést előtanulmány készítése, szilárdsági elemzés, laboratóriumi próbatéviszsgálat és általában más műszeres vizsgálat előzi meg.



3. ábra A 16-csatornás mérés elrendezési elve

Az anyagok akusztikus-aktivitása, egy anyagcsoporton belül is, az állapotától függően változó, ezért szükséges az azonos anyagon végzett laboratóriumi vizsgálat. Ilyen anyagminta beszerzése csak kivételes esetekben lehetséges, ezért roncsolásmentes anyagvizsgálattal (helyszíni metallográfiai és mechanikai vizsgálat) határozzuk meg az anyagtulajdonságokat, amelyek alapján kiválasztott, hasonló anyagú próbatesten végezzük a tesztelést.

Benzinreformáló reaktor vizsgálata

A reaktor álló, hengeres, négy egymásra épített nyomástartó edény. Mérete: 42 000x Ø 2700–1600 mm. Anyaga: SA-387 jelű, gyengén ötvöztött, közepes szilárdságú acél.

A különleges hosszúság miatt a szerkezet egészéről csak úgy kaphatunk akusztikus jeleket, hogy 48 érzékelőt helyeztünk el egyenletes elosztásban.

Az akusztikus emissziós mérés igazolta a szerelés közben keletkezett illesztési hiba jelenlétét, de káros mértékű deformációra utaló akusztikus aktivitás nem keletkezett a próbaterhelésnél.

Olajipari reaktorok vizsgálata

A hazai olajfinomítóknak évente egy-két nagy veszélyességű nyomástartó edény vizsgálatát végezzük. Méretük: $\approx \varnothing 2000 \times 10\ 000$ mm, falvastagság ≈ 50 mm.

Ezek a készülékek általában 16 érzékelővel jól „átfoghatók”.

Az akusztikus emissziós vizsgálat lehetőségét az adja, hogy a készülékek szigeteltek, és a szigetelés levétele rendkívül költséggel járna. A belső térben csak részlegesen lehet állapotellenőrző roncsolásmentes vizsgálatot végezni, mivel a reaktorokban folyó technológiai folyamatokhoz különböző tálcák, terelők, tartók vannak beépítve. Ilyen adottságok mellett szinte egyedüli megbízható műszaki megoldás az akusztikus emissziós vizsgálat.

Ezideig folytonossági hibát a mérések során nem lokalizáltunk, de az eltérő aktivitás miatt különböző határidejű ismételt vizsgálatot javasoltunk.

Levegőszétválasztó rendszer vizsgálata

Az oxigén és a nitrogén előállítására szolgáló technológiákban telepített nagyszámú (≈ 30 db) nyomástartó edény állapotellenőrző vizsgálatára, a szigetelés bontása nélkül, más roncsolásmentes vizsgálat nem létezik, mint az akusztikus emissziós mérés.

A 30x30x30 m méretű blokk szigetelésének megbontása a rendszer üzemképtenségét eredményezné.

A blokkon kívülre nyúló edényfelületekre, csatlakozó csővezetékekre telepített érzékelőkkel a nyomástartó edénynek általában a legnagyobb igénybevételű részeit tudjuk akusztikus emissziós módszerrel vizsgálni.

Ilyen blokk vizsgálatra került sor 1995-ben.

A vizsgálattal ki tudtuk mutatni a többterű regenerátorokban keletkezett tömörítelenségeket oly módon, hogy a tömörítelenség akusztikus észlelése után a szivárgó és a feltételezett szivárgást fogadó teret azonos nyomásra helyeztük. A megismételt mérés alapján megtaláltuk a szivárgást fogadó teret és a hibahelyet is lokalizáltuk.

Hűtőkori nyomástartó edények AE-vizsgálata

1991-ben és azt megelőzően néhány ipari hűtőrendszerrel emberáldozatot is követelő csőszakadás történt.

Ismert, hogy az ammónia, bizonyos szennyezettsége esetén, a lágyacéloknál feszültségkorróziót okoz. Az ilyen károsodás rövid idő alatt kifejlődhet egy nyomástartó edényben, amely tömörítelensége vagy felszakadási hajlama miatt komoly veszélyt jelent a környezetre.

Ezért határozott úgy 1991-ben az ÁEEF, hogy a korábban kiadott határozatlan idejű használati engedélyeket visszavonja, és a nagy- és középveszélyességű nyomástartó edényeket 12 éven belül, vagy a régebben engedélyezett készüléket a legközelebbi ciklusideig állapotellenőrző vizsgálatnak kell alávetni, illetve ezeket 1993. június 30-ig lehet üzemeltetni.

Laboratóriumunk az elmúlt években közel ötszáz készülék állapotát vizsgálta meg. A módszerek között szerepel az akusztikus emissziós vizsgálat is.

A hűtőrendszerekbe nedvesség nem kerülhet, ezért a vízzel történő egyszerű nyomáspróba nem valószínűsíthető meg. Ideális esetben a technológiai gázt, semleges gázt vagy leggyakrabban nitrogént használnak a nyomáspróba végrehajtásához.

A gázzal történő nyomáspróba során bekövetkező esetleges törések, a gázban tárolt energia felszabadulása miatt, nagy károk keletkezhetnek. Ennek megakadályozására a gázzal történő nyomáspróbánál célszerű az akusztikus emissziós vizsgálatot alkalmazni,

mivel a vizsgálat hibakimutató képessége sokszorosa az emberi érzékelésnek.

A közel 500 darab nyomástartó edényen: kondenzátoron, elpárolgatótón, folyadékgyűjtőn és folyadékleválasztón elvégzett állapotellenőrző vizsgálatok a tartályok 30%-ánál tártak fel hibát, szabálytalanságot.

Az edények funkciója (alacsony vagy magas nyomású) és telepítése (szabadban, zárt térben üzemelő) alapján rendszerezhetők voltak a tipikus üzemeltetési károsodások.

Az 500 vizsgálat közül két edénynél talákoztunk feszültségkorróziós károsodással. Ezeket a repedt készülékeket még a nyomáspróba előtt sikerült kiszűrni. Az akusztikus emissziós vizsgálatok az alkalmazott terhelési szinten (alacsony nyomású kör 14,3 bar, nagy nyomású kör 17,6 bar próbanyomás) nem mutattak ki anyaghibát csupán tömörítelenséget.

A vizsgálatok nagy száma lehetővé tette az akusztikus események aktiválásának értékelését a készülék típusa és gyártója szerint.

Sikerült megbízhatóan megállapítani azt az aktivitásösszeget, illetve aktivitási trendet a terhelés függvényében, amely a lágyacél szerkezetek anyagállapotát, gyártási pontosságát és gyártási hibáit jellemzi.

Az egyenletes terhelésű és állapotú szerkezeteknél minden érzékelőn azonos aktivitást mértünk. Ettől való eltérés az említett hibákra utal. Tehát az akusztikus emissziós vizsgálat a közeli jövőben a gyártási minőségellenőrzését is szolgálhatja, nemcsak anyaghiba-keresést.

Összefoglalás

Az elmúlt hat év tapasztalatai alapján állíthatjuk, hogy az akusztikus emissziós szerkezeti integritásvizsgálat ipari alkalmazása hazánkban is túl van a bevezetés fázisán.

A vizsgálati módszert az elmúlt hat évben elsősorban gyártásellenőrző, állapotellenőrző és váratlan károsodást követő szilárdsági ellenőrző vizsgálatként alkalmaztuk eredményesen.

Ez ideig az akusztikus emissziós tömörítelenségvizsgálatot a szilárdsági vizsgálatokkal együtt végeztük, de a közeljövő feladatai között szerepel a tárolótartályok akusztikus emissziós tömörítelenségvizsgálata.

Az adott anyagi lehetőségeink mellett a hazai vizsgálóeszközök beszerzésekor tudomásul vettük, hogy nem minden szempontból élenjáró technika birtokosai vagyunk. Ezért jelentős energiával, a műszerfejlesztők bevonásával, számos, nemzetközileg is elismert, fejlesztést végeztünk.

A nagyszámú próbatest, nyomástartó edény és kazándob vizsgálata során megfelelő tapasztalatra tettünk szert a különböző anyagok (ötvöztött és ötvözellen szerkezeti acél) terhelés alatti akusztikus viselkedésére vonatkozóan.

A szerkezetekben lévő folytonossági hibák akusztikus viselkedését csak néhány esetben tanulmányozhattuk, mivel a megengedett hibaméreteknél és terhelési szinteknél nem keletkezik akusztikus aktivitás. Ezért olyan kísérleti programot hajtottunk végre, amelyben kiselejtezett edényeket, általunk készített műhibákkal ellátva, terhelünk, illetve felszakítunk. A program végrehajtásától azt várjuk, hogy a vizsgálati módszer hibakimutató képességét (érzékenység) törésmechanikai számításokkal mennyiségileg is meghatározzuk az anyagminőség és a feszültségállapot figyelembevételével.

Az elért eredményeinkben jelentős szerepük volt, mind a műszerek fejlesztésében, mind a nagyobb terjedelmű mérések elvégzésében a KFKI-AEKI Nagy Megbízhatóságú Berendezések Laboratórium, az – időközben megszűnt – Energotechno Kft. és az Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Főosztály munkatársainak. A jó együttműködésért e helyen is köszönetet mondunk.

Irodalom

- Dr. Zolnay G. és Tábori J.: Az akusztikus emissziós vizsgálat kiértékelésének problémái, Anyagvizsgáló Lapja V. évf. 1995. 88–89.
- B. R. A. Wood: The Use of Acoustic Emission for Structural Integrity Assurance, Australasian Corrosion Engineering, Nov/Dec., 1981., 17–23.
- D. Jaffrey: Sources of Acoustic Emission in Metals - A Review, Part 1–3, Australasian Corrosion Engineering, Jun, Jul/Aug. 1979.
- B. C. Morgan, J. D. Leaird, C. L. Foster: Acoustic Emission Defect Detection in Hot-Reheat Piping, Materials Evaluation, Oct. 1991., 1298–1302.
- Z. You, and D. Bauer: A New Method For Fast Tank Floor Inspection, Corrosion No. 24, 1995.
- W. Christl, A. Rahmel, M. Schütte: Application of the Acoustic Emission Technique..., Mater. Sci. Eng. March., 1987., 289–293.
- J. Dickson, P. Martin, J. P. Bailon: The study of variations in stress corrosion cracking..., Mat. Sci. Eng. Apr. 1983., 5–8.
- T. W. Rettig, M. J. Felsen: Acoustic Emission Method for Monitoring Corrosion Reactions, Vol. 32, No. 4, Apr. 1976. 121–126.
- Ewagae Codes for Acoustic Emission Examination, NDT International Vol. 17., No. 4., Aug. 1984., 215–218.

Tapasztalatok az ipari kazántelegek vízelőkészítéséről

Demeter Ákos

Az Anyagvizsgáló Laboratórium Vízkémiai Csoportja több mint két évtizede foglalkozik az ipari kazántelegek tápvíz-előkészítésének vizsgálatával, ellenőrzésével.

Visszatekintve a kezdeti időszakra, az ioncserélős technológiák tömeges elterjedésének voltunk tanúi és közreműködői is. Ugyanis, akkor nyílt lehetőség a kis teljesítményű, elfogadható költségű és minőségű sótalanító berendezések telepítésére az ipari kazántelegeken. Ez az akkor új technológia – mely természetesen az erőművekben már ismert volt – számos problémát vetett fel a felhasználók között. Gondot jelentett a sav és a lúg kezelése, raktározása, és a kezelt víz, az eddigieknél bonyolultabb, ellenőrző vizsgálatának a végrehajtása.

A vízkémiai csoport ebben az időszakban több száz helyszíni vizsgálatot végzett, ahol az elkészített szakvéleményekben a vizsgálati eredmények dokumentálása mellett, az üzemben végzendő munkákhoz is igyekeztünk hasznos tanácsokat adni. Részt vettünk számos szakmai konferencián és különböző szintű oktatásokon is előadóként.

1980-ban hatályba lépett a kazánüzemek vízminőségi szabványa. A laboratórium feladatát képezte azon felülvizsgálatok elvégzése, amelyek célja annak feltérképezése volt, hogy mely kazánüzemek nem rendelkeznek vízelőkészítéssel, illetve mely vízelőkészítési technológiák nem tudják az adott kazánüzemi körülmények között a szabványnak megfelelő vízminőséget biztosítani.

A vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a vízminőségtől és a kazánüzemi paraméterektől függetlenül nagy többségben Na-ioncserélős lágyítók üzemelnek, és ezen technológia a meghatározó az új kazántelegek létesítésénél is.

A tapasztalt jelenség bizonyos tervezési problémákra is felhívta a figyelmet. Ennek kapcsán a laboratórium tevékenysége új feladatkörrel bővült. A kazánok felállítási engedélyénél a dokumentáció megkövetelt része lett a vízkémiai technológiaterv, amely a nyersvíz minőségére alapozott számításokkal kellett alátámaszsa a kiválasztott kezelési technológiát és berendezéstípust.

Ezen dokumentációk előzetes véleményezését a Kazánfelügyelet részére a Vízkémiai Laboratórium végezte és végzi ma is.

A beérkezett dokumentációk száma évről évre jelezte az ipari fejlesztés általános állapotát. A számadatok a táblázat szerint alakultak:

Év	dokumentációk száma	Év	dokumentációk száma
1981.	87	1989.	39
1982.	84	1990.	40
1983.	63	1991.	22
1984.	56	1992.	19
1985.	65	1993.	33
1986.	45	1994.	53
1987.	40	1995.	67
1988.	36		

A vízkémiai dokumentációk műszaki színvonala egyre magasabb lett. Az utóbbi években megjelentek a külföldön is legkorszerűbbnek számító vízkezelési technológiák a magyar ipari kazántelegeken is.

A szaporodó új kazántelegek azonban újabb problémák megjelenését hozták magukkal. A megszűnő nagyvállalatok és a hozzájuk tartozó kazántelegek elvesztették azon begyakorlott szakember gárdájukat, akik a jó színvonalú üzemelést biztosítani tudták. A létrejött kis üzemek, a tapasztalataink szerint, még nem tudták biztosítani az esetenként igen korszerű berendezések megfelelő szintű kezelését, ellenőrzését, karbantartását. Az ilyen céllal szerveződött gazdasági társaságok az üzemek napi problémájának megoldásában nem tudnak hatékony segítséget nyújtani.

A gazdasági szempontok túlsúlyos előretörése – részben a biztonságtechnikával szemben is – újból jelentős feladatokat róna a Vízkémiai Laboratóriumra.

Példaként említhető, hogy törekvés van az állandó kezelő nélküli kazántelegek minél nagyobb számú kialakítására (bérmeztakarítás), de nehézségekbe ütközik az ehhez szükséges vízminőséget biztosító (sokszor költséges) vízkezelő berendezések telepítése.

Laboratóriumunk a megvalósulási felülvizsgálatok keretében próbálja feltárni azokat a problémákat, melyek abból adódnak, hogy az engedélyezett tervdokumentáció és a megvalósított technológia, illetve berendezés esetenként jelentősen eltérnek egymástól, sajnos a biztonságtechnika rovására.

E rövid, szinte csak felsorolásszerű tapasztalatokból adódóan úgy tűnik, hogy a Laboratórium feladatai a további évtizedekben is adottak lehetnek.

A jubiláló
ÁEEF-
Laboratórium
dolgozói



INSTRON SERIES IX anyagvizsgálati programcsomag

Narancsik Zsolt

A Dunaferri Qualitest Minőségügyi Kft. egyik szolgáltatási területe a Dunaferri Rt. (Dunai Vasmű) tagvállalatai gyártmányaihoz kapcsolódó anyagvizsgálat. A Qualitest vezetősége az anyagvizsgálati szolgáltatások minőségi fejlesztését korszerű, félautomata vizsgálórendszerekre épülő akkreditált laboratóriumokban látja biztosítottak.

A fenti elv jegyében történt a Mechanikai Anyagvizsgálati Osztály hagyományos működtetésű szakítógépeinek kiváltása az angliai székhelyű Instron Corporation által gyártott két korszerű vizsgálóberendezéssel. A döntés előkészítését elősegítette a márkanév image-a: a nagy múltú, jó minőségű berendezéseiről híres cég nem volt ismeretlen az anyagvizsgálatban dolgozók előtt.

A berendezések beszerzése és üzembe állítása megtörtént, a vezérlő és adatkiértékelő SERIES IX program lehetőségeit az eddigi tapasztalatok alapján mutatom be.

Az Instron univerzális vizsgálórendszerek

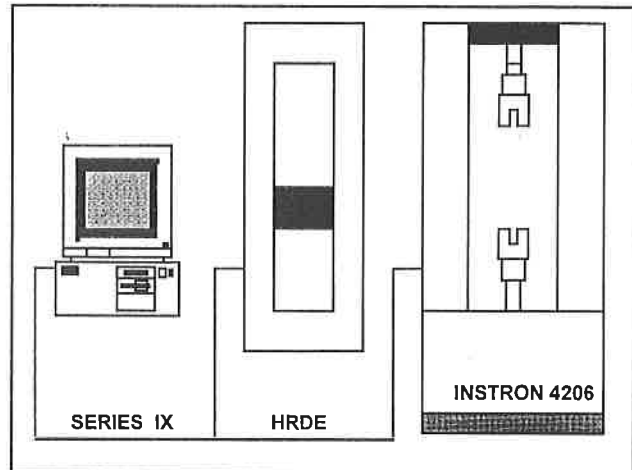
Az Instron 4206 elektromechanikus anyagvizsgáló berendezés

Elvi felépítését az 1. ábra szemlélteti. Főbb egységei:

- 4206 vezérlő konzol;

- 150 kN teherbírási szervomechanikus terhelőkeret, 100 kN kapacitású erőmérő cella, hidraulikus befogók, HRD extenzométer (nagy felbontású, digitális nyúlásmérő);

- számítógép (IBM PS/2 modell 56 VGA/mat. társprocesszor/HP plotter/nyomtató), IEEE 488 interface, SERIES IX vers. 5.30.



1. ábra Az Instron 4206-006 elvi felépítése

Az Instron 8502 szervohidraulikus vezérlő egység

A vezérlő egység főbb részei:

- 8500 vezérlő torony (retrofit);
- számítógép (IBM PS/2 modell 56 VGA/mat. társprocesszor/HP plotter/nyomtató), IEEE 488 interface, SERIES IX vers. 5.30.

Az Instron 8500-as vezérlő egység az MTS 810 szervohidraulikus anyagvizsgáló berendezés vezérlését váltotta fel.

A gép átépítését az Instron saját tervei alapján és kivitelezésében végezte el. A kombinált berendezés már két éve üzembiztosan és hiteles pontossággal működik.

Vége Ment Fő Próba Vizsgálat Adat Jelentés Diagram Számol Saját prog

Szakítóvizsgálat04

Instron gép: 6000

Vizsgálat címe: Lemez szakítóvizsg. extenz.+ mikrométer (Re,Rm,AB0,Re/Rm)

Megjegyzések 1:

Megjegyzések 2:

Adatbázis file: nincs

Erőmérő irány (polaritás) váltás: nem

Az alábbi beállítások meghatározzák a további paramétereket is.

Mértékegység típusa: SI mértékegység

Szakítógép vezérlés: standard

Letiltva: Csak adatgyűjtést végez, a szakítógép vezérlését nem.

Standard: A Series IX irányítja a vizsgálatot, vezérli a gépet a vizsgálat vége, sebesség és a keresztfej állj funkcióval.

Relaxáció: Ugyanaz mint a standard, plusz lehetőség a keresztfej adott idejű megállítása (a próba feszültség alatt) és csak adatgyűjtést végez.

Nyomja le az F1 billentyűt, majd folytassa.

2. ábra SERIES IX program-vezérlés

SERIES IX programcsomag

Vezérlés

A SERIES IX programcsomag négy statikus mechanikai anyagvizsgálat vezérlésére és a mérési adatok kiértékelésére képes, ezek szakító-, hajlító-, nyomó- és szál- (fonál) vizsgálatok.

Három vizsgálatvezérlési mód határozható meg (2. ábra)

- teljes körű szoftveres vezérlés, ahol a SERIES IX vezérli a keresztfej-
et, az extenzométert és az előre programozott feltételeket,
- csak adatgyűjtés és adatfeldolgozás, a vizsgálat levezénylése kézi
beavatkozással,

- relaxációs üzemmód, ahol az adatgyűjtés a keresztfej vezérlése után
is folytatódik.

A teljes szoftveres vezérlés biztonságtechnikai, minőségügyi és gép-
kihasználási szempontból igen jelentős.

Vizsgálattervezés

Hozzáférési jogosultság függvényében - általában a labormanage-
ment - vizsgálati szabványok, szerződések, minőségügyi és egyéb
szempontok alapján tervezi meg a szükséges vizsgálatot. A SERIES IX
segítségét ad ehhez a folyamathoz. Általa *method*-nak nevezett,
típusvizsgálati eljárás állítható össze, és tárolható le on-line help segít-

Vége Ment Fő Próba Vizsgálat Adat Jelentés Diagram Számol Saját prog	
Szakítóvizsgálat03 Instron gép: 4206	
Vizsgálat címe: Lemez szakítóvizsg. extenzométerrel (Re,Rm,ABO,Re/Rm)	
A vizsgálat vezérlése Vezérlés: standard	
Vezérlés Vizsgálat iránya: fel Vezérlés módja : nyúlás Vezérlés típusa : pacing Erő-és nyúláskiegyenlítés: letiltva Elő-erő: 0.3000 kN Kezdeti sebesség: 2.0000 mm/min Auto sebesség: letiltva	Erőmérő cella: 100.00 kN Sebesség Dugattyú seb: 9.0000 %/min Sebességváltás: elmozdulás 2. sebesség: 30.0000 mm/min Sebességváltás: 3.5000 mm
Vizsgálat vége Leállítás figyelés: Erő küszöbérték Erőszint: 0.0200000 kN Max. erő: 100.0000 kN Max. megnyúlás: 400.0000 mm	Keresztfej állj Esemény : állj. majd vissza Gép állj: letiltva

Kurzor billentyűk = mező mozgatás; <ENTER> = választás; F1 = HELP

3. ábra A method-ban beállítható paraméterek: vizsgálati sebesség, vizsgálat vége feltétel, max. erő stb.

Felhasználói hozzáférési jog kezelése	
User ID: A MUSZAK Password: 00123656	
Meglévő hozzáférési jog Vizsgálat kezdete Reanalízis - újraértékelés Diagramok rajzolása Hozzáférési jelszó váltása	Választható hozzáférési jog Vizsgálat kezdete Reanalízis - újraértékelés Automatikus robot vizsgálat Kalibrálás erő és/vagy nyúlás Vizsgálati metódus szerkesztése Diagramok rajzolása Vizsgálati adatok megjelenítése Vizsgálati adatok szerkesztése Hardware diagnosztika Felhasználói hozzáférések Laborinformációs rendszer Hozzáférési jelszó váltása Kilépés
Bővítés Törlés Azonosító Jelszó Ment Kilép	
Új jogosultságok adása a meglévőkhöz. ENTER választ, F1-re help	

4. ábra Az azonosítóhoz menüpontok rendelhetők. Belépés után csak az engedélyezett műveletek érhetők el.

ségével. A *method*-ot csak a jogosult módosíthatja, így a végrehajtó személyzet részére a vizsgálat menete előre meghatározható. (3. ábra)

Vizsgálati eljárásokban (*method*) meghatározható vizsgálati paraméterek:

- berendezés vezérlési paraméterei (terhelési-nyúlási sebességek, erőmérés stb),
- elvégzendő vizsgálati típus (4 féle),
- használt vezérlési mód (3 típus),
- kapcsolási limitek, sokrétű technikai védelem,
- alkalmazott nyúlásmérők és paraméterei,
- próbatest adatai, méretei, vizsgálati hőmérséklet,
- méretek automatikus eszközzel való bevitelének lehetősége,
- beviteli méretellenőrzés lehetősége,
- kiegészítő adatok, szöveges információk bekérésének lehetősége (5 féle),
- on-line diagram megjeleníthetősége,
- statisztikai számítások végeztetése (szórás, középérték, variancia),
- jegyzőkönyv tartalmi-formai szerkesztése, származtatott értékek megjeleníttetése,
- külső, a felhasználó által meghatározott számítási módszerek és programok rugalmas illeszthetősége.

Hozzáférési jog

Felhasználói szintekhez való tetszőleges program- és adathozzáférés deklarálható, ezáltal a minőségügyi rendszerek által megkövetelt adatbiztonsági, vizsgálattechnikai és dokumentálási előírások megfelelően kielégíthetők (ISO 9000, EN 45000). (4. ábra)

Sorozatvizsgálat

Laboratóriumunk munkavégzésére a különböző anyagminőségből álló, de azonos vizsgálati eljárást igénylő, nagy darabszámú próbászorozatok bevizsgálása a jellemző.

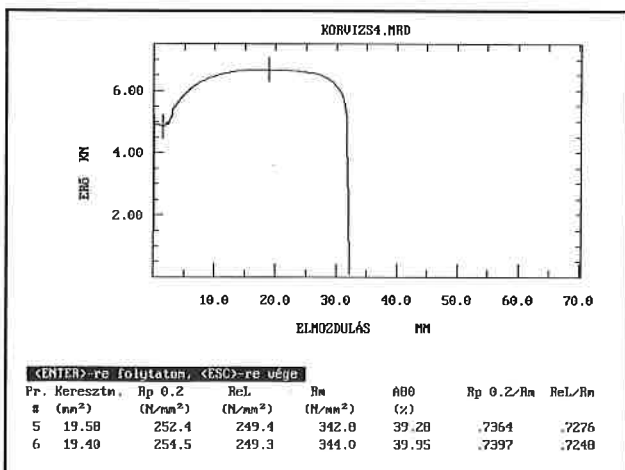
A SERIES IX egy vizsgálati sorozatban 64 próbatest vizsgálatát teszi lehetővé. A szoftver ezen tulajdonsága igen jelentős szempont volt az Instron berendezések választásakor.

Adattárolás, utófeldolgozás

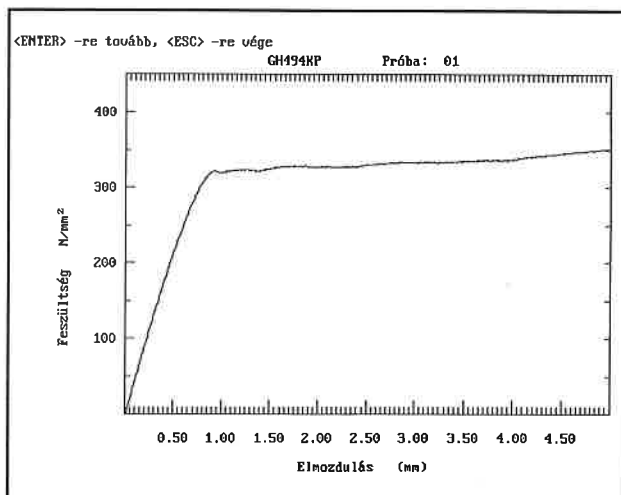
Az elvégzett vizsgálat adatai számítógépes háttér tárolhatók. A megőrzött adatok bármikor – akár egy másik kiértékelő eljárással is – újra feldolgozhatók. Az adatokból képzett diagramok tetszőleges időben mind a képernyőn, mind nyomtatón (plotteren) kirajzolhatók.

Nemzeti nyelv használata

SERIES IX menüszövegeit, üzeneteit ún. *message* állományokban tárolja. Ezek a szöveges állományok lefordíthatók, átírhatók. Fordítás után az anyagvizsgáló anyanyelvén kommunikál a szoftverrel, ez beta-



5. ábra A vizsgálati (on-line) képernyő az eredményssorokkal



6. ábra A diagram bármely része kinagyítható

nyúlás során kisebb időráfordítást igényel, betanítás után pedig a programkezelés biztonságosabb.

Mértékegységek használata

A vizsgálati eljárásokban meghatározható a kimeneti adatok mértékegysége, ami lehet angol, SI, metrikus és vegyes. A letárolt vizsgálati adatok bármelyik mértékegység szerint értékelhetők. Ez a lehetőség az angolszász és európai piacra egyszerre dolgozó laborok munkáját nagy mértékben egyszerűsíti.

Diagram, eredmények

A számítógép képernyőjére különböző színben és méretben on-line diagramok jeleníthetők meg, a képzett számszerű értékek pedig maximum 7 oszlopban a képernyőn is kiírathatók. Az on-line képernyő többféle módon alakítható ki.

Alaphelyzetben a vizsgálati képernyő tartalmazza az aktuális vizsgálat fontosabb paramétereit, diagramokat és a maximum 9 eredményssort. (5. ábra) Lehetőség van a diagram méretének növelésére, ez a megjeleníthető szöveges információ csökkenésével jár együtt. (6. ábra)

Felhasználói programok futtatása

Egy-egy mérés elvégzése után kiértékelő felhasználói program hívható meg a SERIES IX programból. A mérési eredményeket a SERIES IX a felhasználói programnak átadja, majd biztosítja az eredmény visszavételi lehetőségét.

Méréssorozat után is hívható felhasználói program, itt egyedi igény szerint kialakított mérési jegyzőkönyvek készíthetők.

A SERIES IX számítási lehetőségei

A SERIES IX a mérési adatokat gyűjti és digitalizálja, a vizsgálat befejeztével pedig egy-egy mérési pont koordinátájaként tárolja. Vizsgálati eredmények számítása, majd az eredmény megjelenítése képernyőre és nyomtatóra kérhető. (7. ábra)

Gyári beépített függvények

Az eljárásokban rögzített számítási függvények a tárolt pontsorozatokat értékelik ki. Beépített függvényként, kb. 250 függvény használható, velük a kiértékelő eljárás modulszerűen összeállítható.

Felhasználói számítások, képletek

Egyszerűbb egyedi számítások a képletszerkesztő segítségével definiálhatók, az ehhez szükséges számszerű adatok a vizsgálat folyamán beadhatók. Összetett számítások végzésére és kiértékelésekre a már leírt felhasználói program használható.

Osz.	Függv. sz.	Függv. szám	Nyomatón megjelenő eredmény fejléc	M.e.	Konv. faktor	Forma	Limit
1	62.2		Vastagság	a0	(mm)	1.0000	
2	62.1		Szélesség	b0	(mm)	1.0000	
3	980.5		Keresztm.	s0	(mm ²)		
4	10.2		Erő	Rp0.2-nél	(N)	1000.0	F 8.1
5	14.2		Erő alsó	folyásnál	(N)	1000.0	F 8.1
6	1.2		Szakító	erő	(N)	1000.0	F 8.1
7	10.4		Egységm.	folyáshat	Rp 0.2	(N/mm ²)	1.0000
8	14.4		Alsó	folyáshat	ReL	(N/mm ²)	1.0000
9	1.4		Szakító	szilárds.	Rm	(N/mm ²)	1.0000
10	51.6		Szakadási	nyúlás	A80	(%)	1.0000
11	980.4		Rp /Rm	viszonyysz.			
12	980.3		ReL/Rm	viszonyysz.			

A) d, T)öröl, F)ormáz, M)ódosít, R)endez, K)övetkező kép, ESC menü [K]

7. ábra Nyomatott jegyzőkönyv kialakítása

Összegzés

Az Instron 4206 és az Instron 8500 – MTS berendezések a Qualitest Kft. Mechanikai Anyagvizsgálati Osztályán folytonos műszakban – gyakorlatilag 24 órás üzemben – 2 éve működik.

Az IBM DOS 5.0 rendszeren futó SERIES IX program – programhibára visszavezethető – rendszerösszeomlást nem produkált.

A 386 SLC (SX) processzoros számítógépen is kielégítő műveleti sebesség érhető el – kooprocesszor segítségével.

A mai WINDOWS divathullám szerint kifejlesztett, rendszerszinten instabil működésű, erőforrás-pazarló programok megfelelő alternatívája a DOS-os SERIES IX 5.30 verziója. Aki üzemszerű vizsgálatra akarja használni berendezését, az nem fog csalódni a SERIES IX-ben.

CYGNUS INSTRUMENTS LTD

**TÖBBSZÖRÖS VISSZHAG ELVÉN MÉRŐ ULTRAHANGOS FALVASTAGSÁGMÉRŐK
NORMÁL, ROBBANÁSBIZTOS ÉS VÍZÁLLÓ,
VALAMINT ADATTÁROLÓVAL EGYBEÉPÍTETT KIVITELBEN IS.**



Kizárólagos magyarországi forgalmazó: **GENSET Kft.**
9700 Szombathely, Zanati út 4. Tel./fax: 06-94/329-569 • Mobil: 06-20-428-545

Műszaki kereskedelmi képviselő: **UNIFORD Bt.** • Rózsa Sándor ügyvezető
2040 Budaörs, Szabadság út 140/2.
Tel.: 06-23/420-075, 06-60/348-000; Fax: 153-6244

IV. Magyar Minőségi Hét

A Magyar Minőség Társaság – az alapszabályában foglaltaknak megfelelően – fontos feladatának tekinti a termékek és szolgáltatások minőségével kapcsolatos információk széles körű terjesztését és általában a minőség propagandáját. Ebben a szellemben már negyedszer szervezte meg, a *Minőségért Alapítvánnyal* együttműködve, a *Minőségi Hetet*, mely gazdag programot kínált az érdeklődőknek.

A Minőségi Hét az alábbi rendezvényekből állt:

- Nemzetközi konferencia a minőségügy általános kérdéseiről,
- Minőségügy a villamosenergia-iparban témakörű előadássorozat,
- Környezet- és minőségmenedzsment témakörű előadássorozat,
- Országos Minőségügyi Kiállítás,
- A Magyar Minőség Háza kiállítás.

A konferencia célja az volt, hogy minél színvonalasabban mutassa be a világviszonylatban időszerű minőségügyi kérdéseket, kiváló bel- és külföldi szakemberek tolmácsolásában.

Ezeket a konferencia 48 előadása 2 plenáris és 5 szekciós ülésen tárgyalta.

A nyitó plenáris ülés a minőségügy jelenlegi magyarországi és külföldi helyzetét ismertette. Megállapította, hogy az utóbbi években Magyarországon is fejlődött a minőségkultúra és – ha lemaradással is – követjük az iparilag fejlett országokban érvényesülő tendenciákat. A harmadik fél által tanúsított minőségbiztosítási rendszerek száma pl. nálunk még csak 200 és 300 között van, szemben az iparilag fejlett országokkal, ahol a *tanúsított minőség* az exportáló vállalatoknál már szinte minimum követelmény.

Beszámolók hangzottak el az IKM minőségügyi aktivitásáról, a piacgazdasághoz illeszkedő, új nemzeti szabványosítási, valamint nemzeti akkreditációs rendszerünkről, a fogyasztóvédelem és a minőség összefüggéseiről.

Az 1. szekció előadásai arról nyújtottak tájékoztatást, hogy az információ-technológia milyen szorosan függ össze a minőségbiztosítással, különösen az integrált információs infrastruktúra nyújt sok új lehetőséget.

A minőség és a gazdaságosság összefüggéseit tárgyaló 2. szekció elméleti és gyakorlati útmutatással szolgált arról, hogy mi be kerül a jó minőség vagy annak hiánya?

A szolgáltatások minőségbiztosításával foglalkozott a 3. szekció, melynek súlypontja az egészségügyi, a mobil távközlés és a közüzemi szolgáltatások voltak.

A 4. szekció a teljes körű minőségmenedzsment terén elért eredményeket és nálunk is felhasználható lehetőségeket ismertette, különös tekintettel a TQM és a vállalati kultúra kapcsolatára. Több előadó is hangsúlyozta a humán tényező szerepét: bármilyen is a gyártás szervezete és eszközei, a minőség az embereken, a vezetőkön és a végrehajtók szaktudásán és motiváltságán múlik.

A minőségbiztosítás és -tanúsítás kérdéskörét ölelte fel az 5. szekció, amelyen a hazai és külföldi tanúsítók és tanácsadók összegezték az eddigi tapasztalatokat, és vázolták a sikeres tanúsítási folyamat hatását az üzleti életre és a környezetre.

Az elhangzott előadások és a kialakult viták alapján a konferencia fő mondanója az *Ajánlás*ban foglalható össze.

Az Országos Minőségügyi Kiállításon részt vett kiállítók bemutatták:

- a hazai és nemzetközi piacon elért vállalati eredményeiket,
- termékeiket, termékcsaládjaikat, szolgáltatásaikat,
- minőségbiztosítási rendszerük kialakításának módját és működésének eredményeit,
- a minőségfejlesztéssel kapcsolatos tanácsadói tevékenységüket, az alkalmazott módszereket, technikákat,
- a vezetés, a minőségirányítás, a minőségügyi rendszertanúsításra való felkészítés technológiáját és az ehhez kapcsolódó számítógépes hardver-szoftver támogatások lehetőségeit,
- a tanúsítási eljárások során szerzett tapasztalatokat.

A Magyar Minőség Háza kiállításon való részvétel jogát pályázat útján lehetett elnyerni.

A pályázaton részt vehetett minden Magyarországon bejegyzett gazdálkodó szervezet, amely termelő tevékenységet végez és az általa előállított termék import tartalma nem haladja meg az 50%-ot, valamint igazolni tudta annak jó minőségét és a gyártási rendszer megfelelőségének tanúsítását.

A beérkezett pályázatokat elbíráló zsűri által elfogadott termékeket eredetiben, maketten vagy poszteren lehetett bemutatni.

Ezt a jogot a következő cégek nyerték el:

Ajkai Alumíniumipari Kft., (Ajka), Bakony Művek Autóalkatrészgyártó Rt., (Veszprém), Biogal Gyógyszergyár Rt. Tapasz Üzletág, (Debrecen), Dunafer Lemezalakító Kft., (Dunaújváros), Dunapack Papír és Csomagolóanyag Rt., (Budapest), Ganz Gépgyár Motor Kft., (Budapest), Herendi Porcelánmanufaktúra Kft., (Herend), KTM Környezetbarát Termék Közhasznú Társaság, (Budapest), Magyar Villamos Művek Rt., (Budapest).

A kiállítás teljes időtartama alatt lehetőséget biztosítottunk a kiállítók-nak, hogy térítésmentesen sajtótájékoztatót illetve bemutatózó vagy szakmai előadásokat tarthassanak. A kiállítók közel fele élt is a felkínált lehetőségekkel.

Törekvésünk sikerességét az eddig négy alkalommal megtartott kiállítások összehasonlítása mutatja:

Év:	1992	1993	1994	1995
Kiállítók száma:	25	66	75	65*
Kiállítási terület, m ² :	102	358	386	408

* A csökkenés oka, hogy néhány kiállító lényegesen nagyobb területet vett igénybe mint az előző évben.

Ajánlás

1. Az ország minőségkultúrájának további fejlesztéséhez szükség van kormányzati minőségpolitika és -program megfogalmazására és széles körű ismertetésére. Ez szolgálhat keretül a hazai gazdálkodók, társadalmi és más szervek minőségüggyel kapcsolatos akcióihoz. E politika és program épüljön az Európai Unió által kidolgozott politikára (European Quality Promotion Policy), alapelvekre és attól csak különösen indokolt esetben térjen el. A jogrendszer harmonizációja is az egyik előfeltétele annak, hogy a hazai termékek és szolgáltatások a fejlett iparú országok piacain versenyképesek legyenek.

Az is része a minőségkultúra fejlesztésének, hogy a fogyasztóvédelemre vonatkozó – mai jogrendszerünkben szétszórtan megtalálható – szabályok egységes szerkezetben jelenjenek meg.

2. Az elmúlt években számos magyarországi vállalat vezetett be korszerű minőségbiztosítási rendszert és szerezte meg nemzetközileg elismert szervezetek tanúsítását. További vállalatoknál ráébredtek ennek a fontosságára és elkezdtek az ilyen irányú felkészülést. Nem nélkülözhető, hogy a termelők és a szolgáltatók további erőfeszítéseket tegyenek a tanúsítás elnyerésére. Ennek részbeni finanszírozására az OMFB által menedzselt Phare TDQM-program is fedezetet nyújthat. Azok az előadások, amelyek a minőség és a gazdaságosság, továbbá a minőség és az informatika összefüggéseit tárgyalták, sok értékes információval szolgált a további felkészüléshez. Sok tapasztalat figyelmeztet azonban, hogy a tanúsítás megszerzése csak akkor értékes, ha nemcsak egy „igazolás”, amelyet fel lehet mutatni, hanem a vállalat megújulására, rendszeres továbbfejlődésére is készít.

3. Az ISO 9000-es szabványsorozat nagy segítség a minőség stabilizálásában. A szabványokon alapuló minőségbiztosítási rendszer bevezetése és tanúsítása azonban ma már nem elég az üzleti sikerhez. A piacon helytálló és terjeszkedő vállalatok annak köszönhetik pozíciójukat, hogy felismerték a teljes körű minőségmenedzsment (TQM) kulcsfontosságú szerepét, vagyis azt, hogy a vezetőik és a dolgozók minden tevékenysége kihat a minőségre. Ez a szemlélet új lehetőségeket tár fel, és nem csak a minőséget, hanem a vállalat átfogó ered-

ményességét is javítja. A minőségbiztosítási rendszerek bevezetése és tanúsítása tehát nem cél, csak egy közbelső mérföldkő, amelytől kiindulva tovább kell lépni a teljes körű minőségszabályozás irányába.

4. A nemzeti tanúsítási és elismerési (akkreditációs) rendszer kiépítése tekintetében jelentős lépések történtek. Az országgyűlés megalkotta az új, nemzeti szabványosítási rendszerre és a nemzeti akkreditációs rendszerre vonatkozó törvényeket. További igyekezetre van szükség, hogy a rendszerek mielőbb kialakuljanak és megfelelően működjenek.

5. Az Európai Unió országaiban egyre szorosabb a kapcsolat a minőségbiztosítás és a környezetvédelem között; erre nézve új ISO szabványsorozat készül. Célul tűzték ki továbbá a környezetbarát termékek nemzeti rendszereinek egységesítését (Eco-labeling), hogy elhárítsák az esetleges kereskedelmi korlátokat.

Szükséges, hogy a hazai műszaki szabályozás is felfigyeljen erre, és a biztonságtechnika, egészség-, környezet- és munkavédelem is beépüljön a minőségbiztosítási rendszerekbe és tovább fejlődjön a környezetbarát termékek rendszere.

6. A hazai termékek jelentős része ma már megüti, esetenként meghaladja az azonos rendeltetésű, többnyire jóval drágább importtermékek minőségi szintjét. Célszerű az olyan hazai termékek széles körű népszerűsítése, amelyek minőségjellemzői kiemelkedők, gyártásuk

minőségbiztosítási rendszerben folyik és ezt egy független szakértőkből álló zsűri elismerte. Szükség van erre a célra létrehozott Magyar Minőség Háza elnevezésű mozgalom kiterjesztésére, állami és társadalmi támogatására.

7. A konferencia különös jelentőséget tulajdonít a minőségkultúra fejlődése szempontjából az ismeretek elterjesztésének és a minőségteremtés fejlesztésének. Ebben kiemelkedő szerepük van az oktatási intézményeknek, műszaki egyetemeknek, főiskoláknak és középiskoláknak, de nem utolsósorban a sajtónak, beleértve az elektronikus médiát is. A minőségügyi oktatás fejlesztését a Phare TDQM-programja anyagilag is támogatja. A konferencia nyomatékosan utal a minőségügyi ismeretek elterjesztésének fontosságára. Ebből a munkából a minőségügyi társadalmi szervezeteknek is jelentős részt kell vállalniuk.

8. A konferencia végezetül felhívja a figyelmet arra, hogy a minőségügyi fejlesztése a teljes társadalom érdeke és egyúttal feladata is. Ebből következik, hogy a társadalmi szervezetek működjenek együtt, kezdeményezzenek öntevékeny minőségi akciókat. Elsősorban azokat a területeket tárlják fel, amelyeken a minőségügyi fejlődésében eddig kevés eredmény mutatkozott, mint pl. a szolgáltatások. A pénzügyi források felett rendelkező alapítványok, bankok segítsék, támogassák a mozgalmak kibontakozását.

Pákh Miklós – Dr. Róth András



Forró mérés „hideg fejjel”

A finomítók reaktoraiban a normális üzemi hőmérséklet eléri a 490°C értéket is. Minthogy a reaktorkeverék állandóan a rendszerben marad, a 34–36 mm falvastagságú csővezeték ellenőrzése meglehetősen nehézkes.

Az ábrán is látható készülékrész falvastagságmérését a készülék leállása nélkül gyakorlatilag csak roncsolásmentes módszerrel lehetséges elvégezni. Ehhez azonban figyelembe kell venni a mérési helyek csaknem félezer fokos felületi hőmérsékletét!

A 26 DL Plus ultrahangos falvastagságmérő készülék játszva megbirkózik ezzel a zord körülménnyel, mivel **hőálló vizsgálófej csatlakoztatható hozzá.**

Ezt a készüléket a **korróziós károsodások kiméréséhez** fejlesztették ki. LCD-kijelzője megjeleníti a visszhangjel A-képét, valamint a falvastagság mért értékét mm-ben. Amegjelenített A-kép egyúttal tanúsítja a vizsgálófej csatlakozásának megfelelő minőségét is. Ez az egykezes készülék természetesen **dokumentál minden egyes mérőhelyet** az egytől 16 jegyű alfanumerikus számkód formájában. Több, mint 6000 vastagságmérés és 750 A-kép tárolható a készülék adatgyűjtőjében.

A reaktorköpeny 34–36 mm-es vastagsága a 26 DL Plus készülék méréstartományának inkább az alsó felébe esik. A **méréstartomány** terjedelme, az anyagtól függően, **0,5–400 mm**. A Mach-hullámok viszont inkább a tartomány felső határára esnek, így példánknál maradva, a –20...+50°C mérési hőmérsékletnek a vizsgálófej kitehető. A készülék egyébként automatikusan felismeri a vizsgálófej-cserét és elvégzi a kalibrálást is. A készüléken beállítható a riasztási érték, a maximális és a minimális értékek, illetve differencia üzemmódban az előírt értéktől való eltérés mértéke.

A nyomástartó edények, tartályok és az acélszerkezetek első számú ellensége a korrózió, különösen a lyukkorrózió. Az ellátó és a technológiai vezetékek maradék falvastagságának ismerete nem csak biztonságtechnikai jelentőségű. A kémiai és a petrokémiai berendezések nem tervezett leállása miatti veszteségek többszörösen meghaladják az itt ismertetett mérőrendszer értékét. Ám az acélfeldolgozó ipar, a vízművek, az építésügyi és műszaki biztonsági felületek sem nélkülözhetik ezt a mérőeszközt, amellyel megbízható és roncsolásmentes vizsgálat végezhető.

A 26 DL Plus ultrahangos falvastagságmérővel a maradék vastagság a vegyipari készülék leállítása vagy a tartály leürítése nélkül pontosan megmérhető. Az acélon kívül számos más anyag, mint műanyag, kerámia, üveg vagy színesfém vastagsága is megmérhető ezzel a készülékkel. A kis méretű, nagyfrekvenciás mérőfej lehetővé teszi a mérést például kis sugarú, érdes, vagy nehezen hozzáférhető felületeken is, illetve változó vastagságprofilú szakaszokon. Növelt hőmérsékletű (500 °C-ig) felületen végzett méréskor még a csatlakozóanyag elpárolgása előtt már megkapjuk az eredményt. A készülék tájékoztatója a kezelőt, ha a mért érték eltér az előzetesen beállított és még elfogadható értékektől. Így a csövek, vagy tartályok veszélyesen elvékonyodott helyei gyorsan és megbízhatóan feltárhatók. A készülék adattárolójának köszönhetően elmarad a fáradtságos és időtrábló jegyzőkönyvzés. Az RS 232 csatlakozón keresztül a PC-re átvihető adatok feldolgozása és kinyomtatása a dokumentáció elkészítését lényegesen megkönnyíti. Ugyanakkor ez a sokoldalú, egyszerűen kezelhető 26 DL Plus készülék ára igen gyorsan megtérül.

Hans-Joachim Krech



Oly könnyű lett az ultrahangos anyagvizsgálat, mint még soha

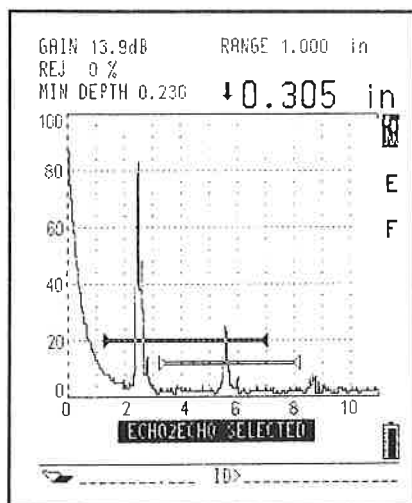
Csak három tapintógomb szükséges – a borítón is látható – Epoch III legkorszerűbb készülék összes funkciójának vezérléséhez. Az item select – mező kiválasztó – tapintógombok jól felismerhetően zöldelnek. Az egyszerű kezelést az utánvezető tapintók teszik lehetővé. A készülék erősítése a legtöbb nagykészülékével azonos, ám a hordozható készülékek közül ez az első, amely

egyszerre jelzi ki az A-képet és a falvastagság mért értékét.

A világos elektrolumineszcens kijelzőt a nagy felbontás és a gyors képalakítási frekvencia jellemzi. A vizsgálófej akár 60 Hz frekvenciával is lengethető, de az esetleges hibahely megbízhatóan felismerhető. A nagy képernyő csillogásmentesen és szokatlan mélységi felbontásban mutatja nemcsak az A-képet, hanem a nagy méretű számokkal a mért vastagságot is. Az Epoch III közvetlenül tájékoztat a hangútról, a reflektor vetítési távolságáról és mélységi helyzetéről. Impulzustároló üzemmódban az A-képet tartósan kijelzi a készülék, mivel a kezelő nem nézhet a képernyőre, ha nehezen hozzáférhető helyen mér.

A nagyfrekvenciás képalakítás a téves értelmezések elkerülését is szolgálja, például amikor 5 mm-nél vékonyabb tárgyat vizsgálunk. Ugyancsak a biztonságot szolgálja a **programozható riasztás**, például a falvastagság határértékének túllépésének jelzésére. Kívánságra az Epoch III készüléken a DAC-görbével együtt jeleníthető meg a regisztrációs küszöb átlépését jelző riasztási funkció.

Az Echo-Echo-Modul üzemmódban – amit az ábra is szemléltet – általában nem szükséges előzetesen eltávolítani a felületi bevonatot, a készülék a nettó anyagvastagságot méri.



A mérés dokumentálását megkönnyíti a készülék adattárolója, amelyben vagy 300 A-kép a beállítási adataival, vagy 3000 vastagság érték a helykódjaival együtt tárolható, illetve visszahívható a készülék képernyőjére. Ugyanúgy, mint a PC-nél, a kezelő lapozhat az adatokban és mellérendelheti az A-képet. Az eltárolt adatok az RS 232 csatlakozáson keresztül – külön PC nélkül is – közvetlenül kinyomtathatók. Megvannak például a másolási, a beviteli és a törlési funkciók is. A dokumentáció oly egyszerűen elkészíthető ezzel a sokoldalú készülékkel, mint eddig még soha.

Az Epoch III nyolc órán át ellátható energiával a kezelő derékszíjára csatlakozható telepről. Ezért maga a vizsgálókészülék a lehető legkisebb, mindössze 1200 g; és még a készülékbe helyezhető 6 voltos, négy üzemórát biztosító akkuval is csak 2200 g, míg a nyolc üzemórás 12 voltos akkuval 2900 g.

Ez a műszer csoda 5 cm vastag, 18 cm széles és egy A4-es lapnál alacsonyabb. A normál tartozék derék- és nyaksíj használatával a kezelő mindkét keze szabad marad. Amint a borítón közzétett fotón is látható, a készülék feltámasztható a csővezetékre a fogantyúja segítségével. A képernyőt a külső zavaró fénytől ernyő védi, amely összecsukva a képernyőt a sérüléstől is megóvj. A készülék ütészálló háza és a tasztatura fröccsenő víz ellen védett. A nagy méretű tasztatura védőkesztyűben is kezelhető, és a csatlakozóvezeték vagy az olaj sem tesz kárt benne.

Hol alkalmazhatjuk az Epoch III készüléket? Mindenütt, ahol részletesen vagy gyorsan – sőt még mérés közben is – dokumentált mérési adatokra van szükség, mint például hegesztési varratok, plattírozott felületek, csővezetékek, tárolótartályok és nyomástartó edények vizsgálatánál, ahol vastagságmérésre, vagy repedésvizsgálatra van szükség, vagy ahol a legszigorúbb követelményeket támasztják a gyártásellenőrzésnél.

Hans-Joachim Krech

Setzt neue Maßstäbe in Leistung, Größe und Bedienerfreundlichkeit!

Wovon Materialprüfer TRÄUMEN!



NEU!

EPOCH III

macht Ultraschall-Prüfung so leicht wie nie zuvor:

- * alle Prüf-Funktionen über nur 3 Tasten ansteuerbar
- * Hände frei zum Prüfen durch Hüft- und Halsgurt
- * A-Bild und große Dickenanzeige gleichzeitig
- * DAC-Kurve, Alarmschaltung
- * Und ganz pfiffig: der als Sonnenblende ausklappbare Bildschirmschutz, die Standvorrichtung für Rohrleitungen
- * helle, hochauflösende Anzeige

INFO-GUTSCHEIN

gleich per Fax oder Post an PANAMETRICS.

- ☐ Führen Sie mir das neue US-Prüfgerät EPOCH III vor
- ☐ Bitte schicken Sie mir Info-Material zum EPOCH III
- ☐ Machen Sie mir gleich ein detailliertes Angebot

Mich interessieren auch Ihre Angebote zu

- ☐ Präzisions-Wanddickenmessung
- ☐ Ultraschallprüfköpfen (passend zu allen handelsüblichen US-Prüfgeräten)
- ☐ Feuchtemessung
- ☐ Sauerstoffmessung
- ☐ Durchflußmessung in
- ☐ Flüssigkeiten
- ☐ Gasen

Name/Vorname

Firma

Telefon

Funktion

Straße

PLZ/Ort

Telefax
0043/1-602253411



PANAMETRICS
Meßtechnik G.m.b.H.
Waldgasse 39, A1100 Wien
Telefon: 0043/1-6022534

Környezetirányítási rendszerek tanúsítása

Az ipari tevékenység következtében a környezetben olyan károsodásokat fedeztek fel újabban a szakemberek, amelyeket a hagyományos módszerekkel nem lehet orvosolni. Ezért kapott teret az az elgondolás az Európai Unióban, hogy a problémák elé kell menni, nevezetesen: az ipari termékeket gyártók vagy szolgáltatást végzők ne csak azt bizonyítsák, hogy a termékük minőségileg megfelelő, hanem azt is, hogy a környezetirányítási rendszerük biztosítja az olyan szennyezések elkerülését, amelyek visszafordíthatatlan károsodást okozhatnak a környezetben.

Az EU-ban 1993-ban megjelent irányelvekről dr. Czitán Gáborral, a TÜV Rheinland Hungária vezérigazgatójával és Dobos Rózsa környezetvédelmi szakauditorral beszélgetünk.

A nyugat-európai országokban a talajvédelemre, a vízvédelemre, az ember védelmére, a környezetet szennyező anyagok elleni védelemre komoly rendelkezéseket hoztak szigorú emissziós határértékekkel, amelyek teljesítése több ottani vállalatnak is gondot okoz, akárcsak a teljesítés bizonylatolása. Amelyik vállalat az ez irányú munkáját rendszerbe foglalja, továbbá azt bizonylatolja, az sokkal egyszerűbben és olcsóbban gondoskodhat a környezetvédelmi előírások teljesítéséről – mondja Dobos Rózsa.

Az alapelv szerint a nullszintet az EU környezetvédelmi előírásainak teljesítése jelenti. Az a vállalat tanúsíthatja környezetirányítási rendszerét, amely az előírásoknál jobb értékeket kíván elérni, és környezetvédelmi munkáját folyamatosan javítani akarja. Ehhez mindennek előtti ki kell építeni a szervezetet, amelyet felelős vezető irányít, akárcsak a minőségbiztosítás terén. A környezetvédelmi vezető felügyeli az egész rendszert, figyelembe véve a talajvédelmet, a vízvédelmet, a levegő-kibocsátási értékeket, és folyamatosan vizsgálja azokat a lehetőségeket, amelyekkel javítható a rendszer működése.

Különös figyelmet érdemel a szilárd szennyezőanyagok kibocsátása, tekintettel arra, hogy szinte az egész világot elárasztja, és nemsokára nem tud vele mit kezdeni az emberiség, tehát előbb-utóbb elégetik vagy visszadolgozzák. Európában viszont éppen az égetőművekre vonatkoznak a legszigorúbb levegő-kibocsátási határértékek.

Állami segítség kell

Amennyiben komolyan gondoljuk az ország Európai Unióhoz csatlakozását az ezredforduló táján, akkor ezen a területen is lépni kell, mert hiába teljesítjük a minőségi előírásokat, a környezetvédelem nem kielégítő állapota megnehezíti terveink valóra váltását. Ezen pedig csak állami beavatkozással segíthetünk, hasonlóan a minőség kérdéséhez, amelyet sikeresen megoldottunk – mondja Czitán Gábor. Am az állami szerepvállalásnak ma még a csirái sincsenek meg, és nem is valószínű, hogy éppen a jelenlegi megszorító időszakban jutna pénz ilyen területre, különösen új hatóság felállítására.

A hatóságok működése szempontjából példának vehetjük Németországot, amelynek hatóságai általában nagyon kis létszámúak, van viszont jelentős szakértői háttérük. A szakértők különböző helyeken

dolgoznak, megbízásuk mindig eseti, és csak az általuk elvégzett munka után kell fizetni nekik, nem terhelik tehát úgy a költségvetést, mint a nagy állandó létszámú hatóságok. Magyarországon erre van megfelelő szellemi potenciál, a működtetés viszont nem megoldott – mondja Dobos Rózsa.

Szemléleti változások

A környezetvédők olyan hangosan hallatják hangjukat a nyugati országokban, hogy komoly szemléletbeli változásokat valósítottak meg az emberek gondolkodásában. Megintcsak német példa: ott a vásárlók már nézik, hogy az a termék, amit megvásárolnak, valóban környezet-kímélő-e. Erre buzdítják is a hatóságok őket, a szép szavakon kívül 100 márkával. Ez természetesen arra nem elég, hogy a régi, de még működőképes háztartási eszközeiket lecserélik, de arra igen, hogy a tönkrement régi helyett környezetbarát újat vegyenek. A program sikerét bizonyítja, hogy az erre szánt márkamilliók „felidőben” elfogytak Észak-Rajna-Vesztfáliában.

Mindenekelőtt a törvénykezés mielőbbi megkezdését szorgalmazza Czitán Gábor, tekintettel arra, hogy a nyugati országok is csak a közelmúltban kezdték meg ez irányú munkájukat, és most még könnyen „fel-szállhatunk a környezetvédelem európai vonatára”, mint tettük azt a minőségbiztosítással. Így a cégeknek is lenne idejük felkészülni a követelmények teljesítésére, a szabványok folyamatos átvételére és bevezetésére. A környezetvédelem terén többet kellene tenni a lakosság „kiokosításával” kapcsolatban. A „sötétzöldek” befolyása óriási. Elérték, hogy ma Magyarországon sok minden ellen tiltakoznak az emberek, olyan esetben is, amikor nem kellene. Ilyenek például az égetőművek. Sajnos nincs elég propaganda, pedig a mai korszerű technikával olyan égetőmű építhető, amelynek kéményéből tisztább füstgáz kerül ki, mint egy magánházéból, amelynek kályhájában nedves fával tüzelnek.

Zászlóvivő üzemek

A környezetvédelem persze közvetlenül nem hoz bevételt, csak kiadást növel. A nagy multinacionális cégek a maguk kiváló környezetbarátságát a reklámokban hirdetik, a tapasztalatok szerint nem kevés sikerrel. Az ökoaudit zászlóvivői a vegyipari üzemek és az autógyártók, továbbá azok beszállítói. A szakemberek elmondták, hogy véleményük szerint Magyarországon ma kevés az olyan cég, amely környezetvezetési tanúsítást szerezhetne európai mérce szerint. Ennek egyik akadálya a pénztelenség, hiszen azok az érzékelők, amelyek szükségesek a valós kibocsátások érzékeléséhez, igen drágák. Másik ok, hogy a magyar környezetvédelmi törvények ma még nem harmonizáltak az európai jogintézményekhez, így a szabályozás hajtóereje egyelőre hiányzik. A reális lehetőség jelenleg abban kimerül, hogy a vállalatok megkezdhetik kiépíteni környezetvezetési rendszerüket a magyar szabályozás szerint, hogy zökkenőmentesen tudjanak majd áttérni az európai szintre (a magyar levegő-kibocsátási és vízvédelmi törvények már elég szigorúak). Ennek első lépése a szakemberek oktatása.

Mucsi Ferenc

ULTRAHANGOS

falvastagságmérők,
hagyományos és digitális
vizsgálókészülékek, vizsgálófejek

Az Ön partnere
az anyagvizsgálatban

GRIMAS®

IPARI KERESKEDELEM

Tel.: 277-4470 • Fax: 276-0557

Kérjük látogassa meg cégünket a MAGYAR REGULA kiállításon • Standszám: 264

Élelmiszeripari és mezőgazdasági laboratóriumok akkreditálása

Dr. Fodor Péter*

Magyarországon több mint hét éve folyik a laborakkreditálás, mely az Európai Közösség által kezdeményezett folyamat hazai megvalósítása, annak hivatalos elismerése, hogy a vizsgálólaboratórium felkészült bizonyos vizsgálatok elvégzésére. Az akkreditálást végző szerv rendszerbe szervezett működését törvény határozza meg. Magyarországon az akkreditálást 1995 őszéig a Magyar Szabványügyi Hivatal végezte, majd az 1995. évi XXIX. törvény alapján létrejött Nemzeti Akkreditáló Testület végzi.

Az analitikai laboratóriumokban, így az élelmiszeripari és mezőgazdasági laboratóriumokban folyó munka minőségének nemzetközi szinten való elismertetésére, hazánk állami és társadalmi szervezetei évtizedek óta részt vesznek azoknak a nemzetközi szervezeteknek a munkájában, amelyek ezekkel a kérdéskörökkel foglalkoznak. E szervezetek száma több tucat szerte a világon és Európában. Szinte lehetetlen felsorolni és megnevezni őket, bár feltehetően nem mellékes a szervezetekben folyó munka fontosságát aláhúзва megemlíteni, hogy viszonylag nagy a párhuzamos (kis hatékonyságú) munka veszélye, és a született eredmények publicitása sem megfelelő.

A Magyar Kémikusok Egyesülete Analitikai Szakosztálya 1992-ben hozta létre az *Analitikai mérések minőségbiztosítása* szakcsoportot, amely azóta több mint 20 különböző rendezvénnyel bizonyította létrehozásának szükségességét. A szakcsoport december 6-i nyílt vitájának napirendjén dr. Ring Rózsa: Az akkreditáció napjainkban, valamint dr. Fodor Péter és dr. Náray Miklós: Jártassági vizsgálatok célja és tematikája az akkreditációban című előadások szerepeltek.

A szakcsoport elnöke és titkára képviseli hazánkat az Eurachem bizottságban (amely az analitikai kémiai mérések európai harmonizációjával foglalkozik), amelynek 1994. május 25-i ülésén, aláírva az Egyetértési nyilatkozatot, Magyarországot társult tagként felvették a bizottságba.

Az Eurachem több szakmai útmutatót is készített a munkacsoportjaiban folyó tevékenységek dokumentálására, melyek közül a *Kémiai laboratóriumok akkreditálása* címűt a magyar szakcsoport lefordította, és a tagok számára hozzáférhetővé tette. Az útmutató a következő főbb fejezetekkel foglalkozik.

1. Az akkreditálás területe, személyzete, környezete, eszközei, vegyszerei.
2. Kalibráció és a vizsgálatok módszerei és eljárásai. Visszavezetethetőség.
3. Referencia anyagok és kémiai standardok.
4. Számítógépek alkalmazása.
5. Laboratóriumi felülvizsgálat.
6. Mintavétel, mintakezelés, mintaelőkészítés.
7. Minőségellenőrzés.
8. Mérési bizonytalanság. (Erről önálló anyag is készült, analitikai mintafeladatokkal, fordítása folyamatban.)
9. Validálás. (Ennek szakkifejezéseiről a Magyar Kémikusok Lapjában 1995. 5. 101. közlemény jelent meg.)

A fontosabb dokumentációk jegyzékét a *Források* alcím alatt közöljük.

A Nemzeti Akkreditáló Testületen belül az akkreditálást a Szakmai Akkreditáló Bizottságok (SZAB) fogják végezni, amelyek megalakulása folyamatban van. Az egyik ilyen az Élelmiszeripari és mezőgazdasági SZAB lesz. A SZAB hatásköre az akkreditáció speciális követelményeinek meghatározása, az eljárás és felülvizsgálat lefolytatása, a minősítők kijelölése, az akkreditáltság odaítélése, felfüggesztése és visszavonása. A mezőgazdaság és élelmiszeripar olyan nagy területe a vizsgálólaboratóriumoknak (analitikai kémia, mikrobiológia, organoleptika, takarmányminősítés, tápanyagutánpótlás, élelmiszerminősítés, környezetvédelem, eltarthatóság stb.), hogy a szakmai bizottság munkájában nagy tudású és az akkreditációban nagy gyakorlattal rendelkező szakemberek bevonása után várható csak megfelelő hatásfokú munka.

Források:

- **WELAC EURACHEM** Guidance Document (Section 13: Quality Control): *Accreditation for Chemical Laboratories*, April 1993 (Edition 1)
- **WELAC** European Laboratory Accreditation Publication
ELA – G 3: *Internal Quality Audits and Reviews*
ELA – G 6: *WELAC Criteria for Proficiency Testing in Accreditation*
- **ISO/IUPAC/AOAC ISO/REMCO** N 280, August 1993
The International harmonized protocol for the Proficiency Testing of (chemical) analytical laboratories
- **EURACHEM** (a Focus for Analytical Chemistry in Europe)
Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, Eurachem Workshop Draft, Version: 6, March 1995
- **WECC** (Western European Calibration Cooperation) Docum. 19–1990:
Guidelines for the Expression of the Uncertainty of Measurements in Calibrations
Proficiency Testing of Analytical Laboratories: Organisation and Statistical Assessment, Analyst 117, 97–104.
- **IUPAC**, (Analytical, Applied and Clinical Chemistry Divisions.
Interdivisional Working Party on Harmonization of Quality Assurance Schemes for Analytical Laboratories. Prepared by W. Horwitz):
Protocol for the Design, Conduct and Interpretation of Method-performance Studies, Pure & Applied Chem. 67 (2), 331–343, 1995
- **IUPAC** (Analytical Chem. Div., Comm. on General Aspects of Analytical Chem. (V. 1.), project 27/87): *Nomenclature for Interlaboratory Studies*, Fourth Draft (April 1991).
- **WELAC** recommendations: Series EN 29000, EN 45000 or ISO/IEC Guide 25

Az V. Magyar „Minőségi Hét” Nemzetközi Konferencia

és a csatlakozó rendezvénysorozatok,

„A Magyar Minőség Háza” és az Országos Minőségügyi Kiállítás

időpontja: 1996. november 10–14-ig

Budapesten,

a Magyar Honvédség Művelődési Házában

(Budapest, XIV., Stefánia út 34.)

A MAGYAR MINŐSÉG TÁRSASÁG HÍREI

Tervező – vállalkozó – engineering szervezetek minőségbiztosítási rendszerei

Fórum a Thermal Hotel Héliá Szállóban

1996. február 21-én 10 órai kezdettel

(Budapest XIII., Kárpát u. 62-64.)

★

MMT-kiadványok:

- Az ISO 9000/EN 29000 / MSZEN 29000 szabványsorozat alapján tanúsított magyar szervezetek
I–III. kötet Ára 2200,- Ft, MMT tagoknak 1800,- Ft + ÁFA
- IV. Magyar Minőségi Hét Konferencia, I–II. kötet.
Ára: 800,- Ft, MMT-tagoknak 600,- Ft + ÁFA
A konferencia résztvevői díjtalanul megkapják.

Felvilágosítás a Társaság titkárságán:

1091 Budapest, Üllői út 25. • Tel.: 218-3011, fax: 218-0267

* Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kémia és Biokémia Tanszék

Tetmajer-emlékülés Miskolcon

Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezete alapításának centenáriuma méltó alkalomnak bizonyult arra, hogy Zúrich ('95. szept. 21.) és Bécs ('95. szept. 29.) után dec. 19-én itthon is megemlékezzünk a szervezet alapító elnökéről: **Ludwig von Tetmajer – Tetmajer Lajos** – professzor műszaki tudományos munkásságáról.

Terplán Zénó akadémikus, az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság elnöke közvetlen hangvételű megnyitó előadásából képet kaphattunk a lengyel nemességet szerzett **Tetmajer-dinasztia** magyarországi ágáról, a felvidéki Krompán 1850-ben született **Tetmajer Lajos** életútjáról. Akit, a kassai reáliskolai kitűnő érettségije után, édesapja, a helyi vasmű igazgatója, a zürichi Eidgenössisches Polytechnikumba íratott, és ahol 1872-ben mérnöki oklevelet szerzett. A tehetséges **Tetmajer** ezen intézménynek előbb tanársegédje, majd végül a statika és anyagvizsgálat professzora lett 1901-ig. Közben, 1879-től húsz éven át igazgatója volt az EMPA – Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt világ-rangúvá lett intézetnek is. **Tetmajer** a Svéd Tudományos Akadémia 1897-ben tagjává választotta. Szakmai tudása és nyelvismerete nagyon is alkalmassá tette őt a nemzetközi szervezet létrehozására, világkongresszusok szervezésére. **Tetmajer** 1901-től korai haláláig – 1905. január 31. – a bécsi Technische Hochschule professzora és 1904. október 22-től rektora is volt. Hamvait a bécsi köztemetőben helyezték örök nyugalomra (fotónk). Bécsben utcanév őrzi emlékét, mellszobra pedig a Metallkundelabor előtt áll. Terplán akadémikus előadását **Tetmajer Lajos** sokat hangoztott – és az EMPA szállóigéjévé vált – **alapelv**ével zárta:

MEGBÍZHATÓSÁG – PONTOSÁG – SZABVÁNYÉRZÉKENYSÉG!

Tetmajer Lajos professzor bécsi éveinek munkásságát az általa alapított intézmény, a Technische Versuchs- und Forschungsanstalt mai igazgatója, **Varga Tamás** professzor méltatta. Mint mondta, még ma is működik az eredetileg 800 tonna teherbírású nyomógép, amellyel 8 m hosszú rudak is vizsgálhatók kihajlásra. A **Tetmajer** által elkezdett, illetve kezdeményezett kutatási programokat, például a különféle minőségű cementből készült szerkezetek vizsgálatát,

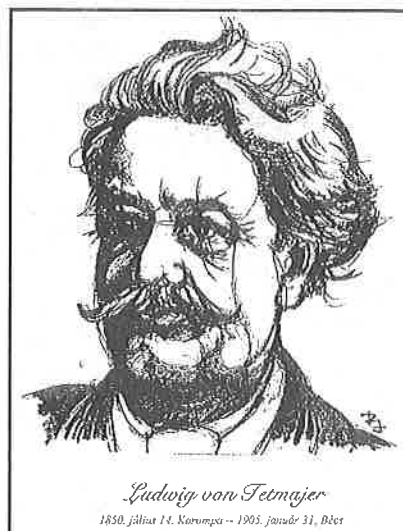
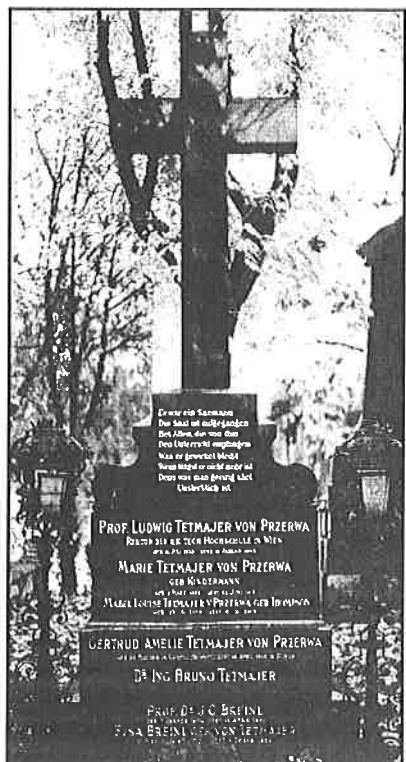
munkatársai fejezték be, illetve művelik tovább.

Tetmajer Lajos szerepét a hazai anyagvizsgálatok fejlődésében **Tóth László** – az emlékülés-sorozat spiritus rectora – foglalta össze előadásában, amelyet lapunkban is közreadunk.

Artinger István, a BME Mechanikai Technológiai Tanszék mai vezetője pedig a tanszék szerepéről adott átfogó képet, különös tekintettel a **Tetmajer**-kortárs, kassai születésű, tanszékalapító **Rejtő Sándor** professzortól **Misángyi Vilmoson** át **Gillemot László** akadémikus haláláig terjedő és nevükkel fémjelzett időszakra. Bemutatta a **Tetmajer** által szervezett világkongresszusokon való részvételeiket, valamint a tanszék vezetőinek és munkatársainak a kezdetektől napjainkig terjedő időszakban publikált legfontosabb közleményeik jegyzékét, amely jól szemléltette hozzájárulásukat az anyagvizsgálat fejlődéséhez és tükrözte nemzetközi együttműködésüket is.

A honi anyagvizsgálat-történet mozaik-képét **Kovács Károly**, a Metalcontrol igazgatója egészítette ki **Az anyagvizsgálat hőskora Diósgyőrben** című előadásával, amelyben felvillantotta a **Mária Terézia** által alapított vasgyár fejlődését napjainkig segítő

Fotó: Varga Tamás



A portrét rajzolta: Péter József

anyagvizsgáló módszerek bevezetését és gyakorlatát.

Befejezésül a miskolci emlékülés alkalmi kiadványának előszavából vett idézettel zárom tudósításomat: „**Ludwig Tetmajer** sokféleképpen foglalkozott, több nemzet is magáénak vallhatná, de ha európai perspektívából nézzük, közép-európainak tarthatjuk. **Önéletrajza** alapján is, **tevékenysége** alapján is megérdemli, hogy ennek a régió-nak példaképe legyen, hiszen minden nacionalizmus felett áll...”



Sírkövére pedig – értelmezésem szerint – a következő szép gondolatot vészték:

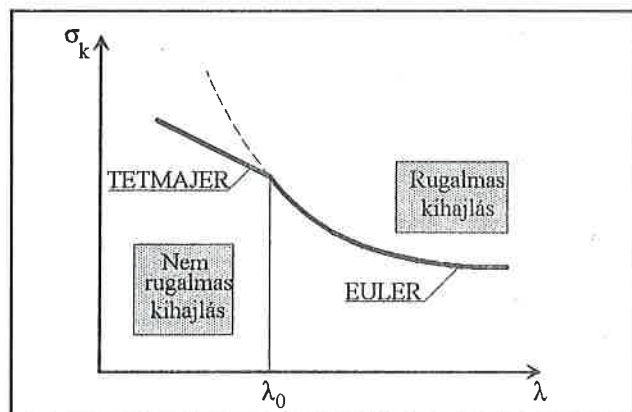
Magvető volt,
Vetése szárbá szökkent
Mindenütt, hol
Tanítása megfogant.
Amit alkotott, marad,
Túléli elmúlását,
Mert szellemünk vetése
Halhatatlan.

Lehofer Kornél

Tetmajer Lajos jelentősége a hazai anyagvizsgálatok fejlődésében

Dr. Tóth László*

Aki a karcsús rudak kihajlásának témaköréről hallott, annak az 1. ábra és a Tetmajer név azonnal eszébe jut.



1. ábra Egyenes rudak kihajlását előidéző feszültség (σ_k) a karcsúsági tényező (λ) függvényében

Ezek szerint a kihajlást előidéző rugalmas feszültség a

$$\sigma_k = E\pi/\lambda^2$$

összefüggéssel számítható, amelyben E – a rugalmassági (Young) modulus, λ – a karcsúsági tényező, amely a

$$\lambda = l_k / \sqrt{I/A}$$

összefüggéssel számítható. Ez utóbbi kifejezésben l_k – a szabad kihajlási hossz, I – a másodrendű nyomaték, A – a keresztmetszet. Az előzők szerint a karcsúsági tényező csökkenésével a kihajlást előidéző feszültség hiperbolikusan növekszik. Ez az Eulertől származó megállapítás nyilvánvalóan csak egy meghatározott értékig, valamilyen λ_0 értékig igaz. Hogy meddig, és ezen érték alatt hogyan számítható a kihajlást okozó feszültség, a századforduló egyik kutatási területe volt. Ha csak a híres magyar származású szakembereket tekintjük, akkor is két névnek feltétlenül eszünkbe kell jutni. Az egyik, a 83 évet megélt **Kármán Tódor** (1881-1963) volt, aki a hazánknak oly sok neves szakembert adó (Nicholas Káldor és Thomas Balogh közgazdászokat, Szilárd Leó, Hevesy György Nobel-díjas) budapesti Treford Gimnáziumban (amelynek neve akkor Minta volt) érettségizett. Tanulmányait 1889-ben a kir. József Műegyetemen kezdte, 1905-től kezdődően Budapesten [1], majd később Göttingenben [2,3]. **Ludwig Prandtl**-nál a kihajlás témakörében folytatott tevékenységéről több publikációban számolt be [4]. Őt végül is nem az anyagvizsgálat, hanem a nevét viselő „örvények” tették halhatatlanná. E témát kutató másik „hazánkfia” **Ludwig von Tetmajer** volt, akinek nevét a kihajlással foglalkozó minden szakkönyvben megtalálhatjuk. De ki is volt Ludwig von Tetmajer és hogyan kapcsolódik hazánkhoz, Magyarországhoz és az anyagvizsgálathoz? Születését tekintve – az emlékülés helyétől – Miskolcra nem is oly messze, kb. 100 km távolságra, a századforduló Magyarországnak Szepes megyéjében (2. ábra), 1850. július 14.-én Krompán született (ez a helység kb. azonos távolságra van Rozsnyótól és Kassától) és 1905. január 30.-án, a Bécsi Műszaki Főiskola egyik előadótermében agyvérzést kapott és másnap hajnalban elhunyt. A mindössze 55 évet élt Tetmajer Lajos rövid élete során igen maradandót alkotott az anyagvizsgálat területén. Zürichben 1880-ban megalapította az *Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt*-ot, az EMPA elődjét. 1895. szeptember 9-11. között Zürichben rendezett nemzetközi anyagvizsgáló kongresszuson életre hívta az **Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezetét** – az anyagvizsgálók első nemzetközi szervezetét. 1901-ben a **Bécsi Műszaki Főiskola**

professzoraként, majd később 1904-ban rektoraként igen sokat tett e tudományterület fejlődéséért. A sokirányú tevékenységének részletes taglalása [5] helyett most csak a hazai anyagvizsgálatok fejlődésében betöltött szerepét elemezzük. Ahhoz, hogy ezt megtehesük célszerű, sőt indokolt a kor ez irányú tevékenységét áttekinteni.



2. ábra Tetmajer Lajos szülőhelye, Krompach

A múlt század második felében az ipari forradalom fontosabb vívmányainak centruma Angliából fokozatosan tevődött át a kontinensre, ahol Németország kétségtelenül a „motor” szerepét töltötte be. Ez maradéktalanul nyomon követhető az ipari termelés alakulásában, az oktatás fejlődésében, az ipari kutatások alakulásában, a kutatóintézetek számában, az ipar fejlődésében. Ebből adódóan az anyagok felhasználási tulajdonságainak meghatározására, az anyagok szállítási feltételeinek egyértelmű deklarálására egyre fokozódott az igény. Ezen követelmények maradéktalanul csak szabványosított, azaz minden vizsgáló helyen azonos körülmények között végrehajtott vizsgálatokkal elégíthetők ki. **Johann Bauschinger** (1834-1893) a *Müncheni Műszaki Főiskola* professzora volt az, aki felismerte ennek szükségességét. Ahhoz, hogy ehhez megnyerje a szakma neves képviselőit, és tudatosítsa széles körben ennek jelentőségét, elengedhetetlenek voltak a szakmai tanácskozások, megbeszélések. Ez a törekvés indította el az ún. **Bauschinger-konferenciákat**. Ezek a következők voltak: 1884 München, 1886 Drezda, 1890 Berlin, 1893 Bécs. Bauschinger 1903-ban bekövetkezett halála felvetette a hogyan tovább kérdését. Ez oldódott meg azzal, hogy az 1895. szeptember 9-11. között Zürichben tartott konferencia hivatalosan az *V. Kongresszus* volt, tehát a Bauschinger-konferenciákat mintegy folytatta e rendezvény, ahol megalakult az **Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezete**. A VI. Kongresszusra 1897. augusztus 23-25. között Stockholmban került sor. A Párizsba tervezett kongresszus 1899-ben a világiállítás miatt elmaradt. A következő – 1901. szeptember 8-13. között Budapesten volt. Ezei esemény természetesen igen nagy hatást gyakorolt a hazai anyagvizsgálat fejlődésére, amely a korszak dokumentumaiban is nyomon követhető.

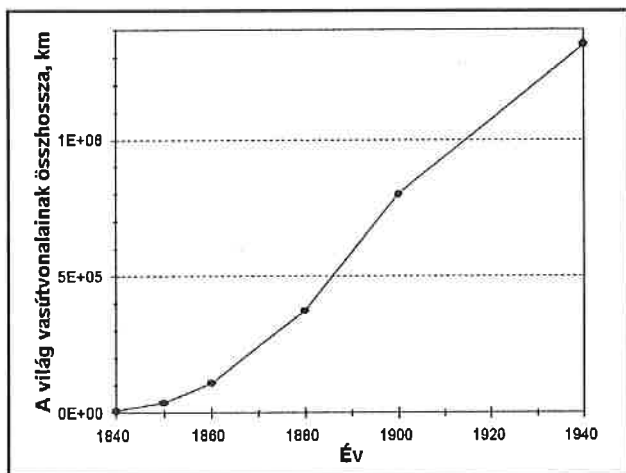
Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezetének megalakulása magával hozta a nemzeti szervezetek formálódását mindazon országokban, ahol az ipar produktuma számottevő volt, ahol az ipari termelés az ország húzó ágazata volt, ahol az export lehetősége a további fejlődést segítette. Így Németországban Karlsruhe-ban 1896. október 25.-én a **Német Anyagvizsgálók Egyesülete** (Deutscher Verband für Materialprüfung), míg kevesebb mint egy évvel később Budapesten 1897. június 16.-án a **Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete** alakul meg a Kassán született **Rejtő Sándor** (1853. augusztus 21. Kassa – 1928. február 4. Budapest) kezdeményezésére. Érdekes és egyben elgondolkodtató a két egymástól nem több mint 60-80 km-re született szakember – Tetmajer Lajos és Rejtő Sándor – lehetséges kapcsolata és ennek szerepe a hazai anyagvizsgálat fejlődésében. Önmagában az a tény, hogy Budapest otthont adhatott a nemzetközi szervezet kongresszusának nyilvánvalóan jelentős hatással volt e tudományterület sorsának alakulására. A részletekbe menő áttekintés helyett ragadjunk ki csupán

*Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

két momentumot. Az egyik legyen egy olyan vizsgálati technika meghonosodásának folyamata, amelyet a Budapesten tartott konferencián javasolt először **George Charpy** (1865-1925). Ez az **ütvehajlító vizsgálat**. A másik szemszög pedig legyen a szakemberek folyamatos kapcsolattartását biztosító folyóirat, az **Anyagvizsgálók Közönyének** megjelenése és „pályafutása”.

Az ütvehajlító vizsgálat hazai fejlődése

A múlt század második felében a gazdasági élet fellendüléséhez igen nagymértékben hozzájárult a vasúti közlekedés, szállítási meghonosodása, elterjedése. Kissé sarkosan fogalmazva azt is mondhatjuk, hogy az országok fejlettségében, ipari kapacitásaiak felfutásában a vasútvonalak hosszának növekedése döntő szerepet játszott. Ennek oka kettős. Egyrészt maga a vasútépítés ténye, hisz ez önmagában is nagy felhasználó mind nyersanyag, mind pedig kész műszaki megoldások (mozdonyok, kocsik, hidak, stb.) tekintetében, másrészt az is nyilvánvaló, hogy a szállítási feltételek javulásával az országok nyitottá, termékeik ismertté váltak. Ezzel megadatott annak lehetősége, hogy különböző termékek egyszerre nagy mennyiségben is szállíthatók lettek. A vasúti közlekedés fejlődését jellemezze a világ vasútvonalainak teljes hosszát bemutató 3. ábra. Az ábrán látható, hogy az addig (1825-1880) megépített mintegy 372.000 km összhosszúság az 1880-1900 közötti periódusban megduplázódott. Ugy is fogalmazhatunk, hogy 20 év alatt nagyobb hosszúságban került kiépítésre a vasúti hálózat, mint az azt megelőző 55 évben. A hirtelen felfutással azonban szükségszerűen együtt jártak a nem várt vasúti balesetek is. Ezek közül a legjellegzetesebbnek a sántörések és az ütésnek kitett alkatrészek nem várt törései bizonyultak. Ennek alapvető oka az volt, hogy a törések az anyagok képlékeny alakváltozása nélkül következtek be, azaz a szakítóvizsgálat során képlékenynek mutató anyagok ütés hatására rideggé váltak. E problémák két fontos kérdést indukáltak: egyrészt, hogyan küszöbölhetők ki e törések, másrészt, milyen vizsgálati módszerekkel minősíthetők a sínek?



3. ábra A világ vasútvonalainak összhossza

Ez a tény vezette **George Charpy**-t, hogy a budapesti kongresszuson javaslatot tegyen az anyagok szívósságának vizsgálatára bemetszett próbatesteken, lehetővé téve ezzel a kisebb méretű próbatesteken az anyagok ütéssel szembeni ellenállásának meghatározását, és ezzel azok minősítését. Ezen kérdés korabeli jelentőségét szemléltesse az 1. táblázat, amelyben az egymást követő négy kongresszuson elhangzott előadások tematikáinak részaránya látható.

1. táblázat

Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezetének kongresszusain elhangzott előadások tematikáinak részaránya

TEMA	Budapest 1901	Brüsszel 1906	Koppenhága 1909	New York 1912
Mechanika, eljárás-technika				
Szállítási feltételek				
Ütővizsgálat				
Keménységi mérések				
Metallográfia				
Alapanyagok				
Mágneses, elektromos mérés-technika				
Hegesztetés, hegeszthetőség				
Tartamsszállítási viszonyok				
Korrózió, korrózióvédelem				

A táblázatot szemlélve két igen lényeges megállapítást tehetünk:

- a századfordulón főleg az anyagok szállítási feltételeinek definiálásával foglalkoztak a szakemberek, és e kérdés súlya idővel csökkent, mivel a megegyezések szabványok formájában kikristályosodtak, és ezeket a szabványokat mind a szállítók, mind pedig a vevők elfogadták, magukra nézve kötelező érvényűnek tekintették;
- az ütővizsgálat részaránya fokozatosan növekedett.

Ez a tény a hazai szakmai életben is nyomon követhető. **Dr. Bartel János** [6] volt az, aki figyelmét e vizsgálati technikára fordította. Nem véletlenül tette ezt, hisz 1915-ben kinevezték a Rimamurányi-Salgótarjáni Vasmű Rt. igazgatójává és így az anyagok szívósságának megítélése számára napi problémát jelentett. Az Anyagvizsgálók Közönyének 1915. évi (második évfolyam) első [7] és második [8] számában mintegy 50 oldalas közleményt publikált. Igen figyelemre méltó, ahogyan a közleményt indítja: „Minden szerkezeti anyagot arra a sajátosságára nézve kell kipróbálni, amelyre azt használat közben igénybe vesszük. Ezért a lökésnek kitett szerkezetek anyagait, mint pl. a vasúti síneket, ütőpróba-val is vizsgálják. De az a körülmény, hogy olyan síneken és egyéb szerkezeti elemeken is előfordultak törések, amelyek anyaga ütőpróba alá vetve jónak mutatkozott, indokolta tette a közönséges ütőpróba helyett érzékenyebbnek, t. i. a bemetszett rudak ütőpróbájának alkalmazását. Ennek az eljárásnak nemcsak az az előnye, hogy rendkívül érzékeny, hanem az is, hogy megengedi az anyagok minőségileg más, a gyakorlathoz közelebb álló osztályozását, mint amelyre a szakító-kísérlet alkalmas ad”. Példaképpen a Zeitschrift d.V. Deutscher Ing. 1907. évfolyamának 1977. oldaláról közli a következő, 2. táblázatot.

2. táblázat

Két azonos szilárdsági és alakváltozási jellemzőjű anyag szívósságának különbsége

	Szakító szilárdság kg/mm ²	Teljes nyúlás %	Kontrakció %	Fajlagos ütmunka mkg/cm ²
I. anyag	43,3	26,5	64	4,6
II. anyag	46,5	26,3	63	22,4

A 2. táblázat adataiból látható, hogy a szakítóvizsgálattal azonosnak minősített anyagok bemetszett ütőpróbán mért szívóssága jelentősen különbözik, az eltérés mintegy ötszörös.

Ebben az időszakban komoly érdeklődés és ezzel vita is alakult ki a próbatestek kialakítása, geometriai méreteinek és a vizsgálgépek jellemzőinek tekintetében. A Koppenhágában 1909-ben tartott kongresszuson elfogadták a 30x30x160 mm-es és a jelenleg is minimális módosítással használt 10x10x53 mm (napjainkban 10x10x55 mm) méretű próbatestek használatát. A bemetszés tekintetében napjainkban már jelentős eltérés van, hisz korábban a próbatest közepéig benyúló 4 mm, illetve 4/3 mm átmérőjű furatot fogadták el. A támaszköz értéke 120 mm, illetve 40 mm volt. A bemetszés és a vizsgálat milyensége körül zajló szakmai vitákat már önmagában is jól érzékelteti az a tény, hogy a precizitásukról híres német anyagvizsgálók egyik 1961-ben kiadott lexikona [9] a „Kerbschlagbiegeversuch” címszó alatt (p. 344-346) 27-féle próbatest típust foglal táblázatba. A vizsgálgépek berendezésének tekintetében az említett, Koppenhágában tartott kongresszus a 10 mkg, a 25 mkg, a 75 mkg és a 250 mkg energiájú Charpy-féle (ingás) ütműveket javasolta. **Bartel** említett cikkeiben elemzi a mérőhatás, a hőmérséklet és az ütési sebesség szerepét. Munkáját, annak részeit nyilvánvalóan már korábban is publikálta, hisz a Nemzetközi Anyagvizsgáló Szövetség Közleményei szerint [10] az orosz cári védnökségével 1915. augusztus 12-17. között St. Pétervárott tartott kongresszusán a **G. Charpy** vezette „Bemetszett rudak vizsgálata ütéssel” címet viselő munkacsoport tagja volt. Érdekessége, hogy egyben figyelemre méltó, hogy a különböző munkacsoportoknak hét magyar tagja volt.

Anélkül, hogy részletesebben elemeznénk az e században az ütővizsgálat hazai alkalmazásával kapcsolatos tevékenységet azt mondhatjuk, hogy e területen sikerült a hagyományokat méltóképpen képviselni. Ez kiútnak a **Gillemot László** akadémikus köré csoportosult kutatók, illetve a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke szakembereinek munkáiból is. Példaként megemlíthető, hogy mind a hagyományos, mind pedig a vizsgálatok magasabb szintjét jelentő ún. műszerezett ütővizsgálatok információtartalmának vizsgálatát tekintve nemzetközi téren is elfogadott eredmények születtek. Ezek **Konkoly Tibor**, **Rittinger János**, **Fehérvári Attila**, **Gillemot Ferenc**, **Tóth László** és **Lenkeyné Biró Gyöngyvér** nevéhez fűződnek [11], mint ahogy az kiútnak a Miskolc-Tapolcán 1995. április 3-6 között rendezett V. Törésmechanikai Szemináriumon anyagából is. A történelmi hűség megkívánja, hogy

Ziaja György, valamint Vízgy György és Sárvári József törekvéseit, tevékenységét is megemlítsük, amelyet a műszerezett ütvizsgálatok meghonosítása érdekében tettek. Napjainkban az European Structural Integrity Society keretében a műszerezett ütvizsgálat témakörével, és ezen eljárás szabványosításával foglalkozó munkacsoportban hazánkat Lenkeyné Bíró Gyöngyvér képviseli.

Az Anyagvizsgálók Közlönye

A pezsgő szakmai élet nyilvánvalóan kiköveteli magának az írásbeliség megjelenését is, lehetővé téve az eredmények szélesebb körű megismertetését. A lap 1914. június 25-én megjelent első számában az elnök, Rejtő Sándor erről így ír: „Folyó évi közgyűlésünkön (XVII. rendes közgyűlés, 1914. április 25.) [12] kifejtettem, hogy egyesületünknek szellemi kapocs létesítése céljából tudományos színvonalon álló szaklapra van szüksége, amelynek útján tagjaink a magyar tagok munkásságáról, valamint a külföldiek ez irányú tevékenységéről tájékoztatást nyernének, hogy eszmétársulás alapján a tudományt előbbre vihessék. Ez a szaklap gyakorlatban működő szaktársainkat a tudomány legújabb vívmányaival ismerteti meg, hogy azokat a gyakorlati életbe hosszas előtanulmány nélkül átvihessék s ezzel iparunk haladását és versenyképességét előmozdítsák”. Miklósi Kornél a lap szerkesztője – még ugyanebben az évben ezt a feladatot Varga Bálint veszi át, „hadbavonult” elődjétől [13,14], – előszavában a következőképpen fogalmaz: „Hazánk ipara elég nagy ahhoz, hogy az anyagvizsgálat problémáival behatóan foglalkozzunk, s mert ennek fejlődése s minden téren való érvényesülése kedvező befolyást gyakorol az iparra, azért azzal a kéréssel fordulok hazánk mérnökeihez, hogy a gyakorlati működésük folyamán talált eredményeket minél nagyobb számban engedjék át közlésre lapunknak, másrészt, hogy a külföldi irodalom újabb termékeit lapunkban ismertessék”.

A fenti idézetekből több következtetésre is juthatunk. Az egyik nyilvánvalóan az, hogy 1914.-ben már 17. közgyűlést tarthatta a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete, amelynek megalakulása csupán két évvel követte az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezetének létrehozását, azaz a hazai szakemberek szinte azonnal belátták a nemzetközi szakmai szervezet és az abban végzendő tevékenység fontosságát. Ezt a munkát alapvetően Rejtő Sándor fogta össze, aki 1889. május 13.-án rendkívüli tanár kinevezést kap a kir. József Műegyetemre. A német nyelvterületen akkor általánosan elfogadott mechanikai technológiai oktatásának felfuttatásával ettől az időponttól tekinthető önálló tan-széknek a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke [15]. Az anyagvizsgálat hazai jelentőségét fémjelzi, hogy az akkor még egyetlen műszaki ismereteket oktató egyetem, a kir. József Műegyetem, majd Budapesti Műszaki Egyetem három volt rektora – Rejtő Sándor, Misángyi Vilmos és Gillemot László – is szorosan kötődött az anyagvizsgálat tudományterületéhez, megteremtve ezzel a tudományterület súlyát az oktatásban is.

Az elnöki beköszöntőből levonható másik lényeges következtetés az, hogy iparunk fejlett volt, hisz, mintegy kikövetelte a lap megjelenését. Az iparunk helyzetének elemzése helyett elegendő csupán, ha ma is jól ismert neveket és létesítményeket sorolunk fel, Bánki Donát (1859-1922) Pattantyús-Ábrahám Géza (1885-1956), Csonka János (1852-1939), Jendrassik György (1898-1954), Mechwart András (1834-1907), Zipernowsky Károly (1853-1942), Déry Miksa (1854-1938), Kandó Kálmán (1869-1931), Bláthy Ottó Titusz (1860-1939), a már említett és életének döntő hányadát külföldön, főképpen az USA-ban eltöltött Kármán Tódor (1881-1963), illetve Galamb József (1881-1955) és még hosszasan sorolhatnánk a napjainkban is ismerősen csengő neveket [16]. Hasonló felsorolást adhatnánk azon létesítményekről is, amelyekben ma is gyönyörködhetünk.

Az Anyagvizsgálók Közlönyének megindítása és fenntartása természetesen a megfelelő anyagi háttér megteremtését igényelte. E forrásokról és azok felhasználásáról rendszeresen tájékozódhattak az olvasók a lapban. A lap indításához szükséges tőke előteremtése kapcsán Rejtő Sándor így ír: „Énbennem azonban élt a hit, hogy Magyarországon a technikai tudományok tisztelete már általános és hogy az iparunk élén álló szakértők ismerik a tudományok az iparra gyakorolt általános hatását és készek annak fejlődését még anyagi áldozatok árán is elősegíteni. Hitemben nem csalódtam.” Ennek megfelelően 5150 korona gyűlt össze a lap indításához.

A hányatott sorsú lapnak összesen 22 évfolyama és 116 száma jelent meg, miközben az első világháborút követően tíz évig szünetelt a kiadása (5. évfolyam 1918., 6. évfolyam 1928). A Gillemot László felelős kiadó nevével jegyzett utolsó szám 1944-ben jelent meg, témája a kor igényeivel egyezően „A háborús gyorsacélok” [17] volt. Aközölt cikkeket áttekintve igen sok érdekes dolgot lehetne említeni azok közül, amelyek Rejtő Sándor és Miklósi Kornél a lap első számában megfogalmazott törekvéseinek helyességét igazolják. A Miskolci Egyetem volt oktatói közül a Mechanikai Technológiai Tanszék volt vezetője Zorkóczy Béla (1898-1975) hegesztés témakörben [18] 1930-ban, Sályi István volt rektor és a Mechanikai Tanszék volt vezetője pedig 1933-ban a washingtoni National Bureau of Standards-ról írt, amelynek meglátogatását az 1931-32 évekre kapott Smith Jeremiás ösztöndíj tett lehetővé számára [19]. Ugyancsak Sályi István publikál 1936-ban is, az 1935-ben benyújtott műszaki doktori értekezésének témaköréből, [20] a beton lassú alakváltozásának sajátosságairól.

A lap – mint említettem – a II. világháború után nem jelent meg. A hazai anyagvizsgáló szakemberek számára új fórumot e témakörben csupán 1991-ben a Testor Bt. biztosított jelen lap, az **Anyagvizsgálók Lapja** megjelenítésével. Az első szám előszavában a kiadó vezetője, Szappanos György így ír: „Nem öncélú publicisztikák gyűjteményét kívánjuk kiadni, hanem gyakorlati tapasztalatokat közvetíteni és feladatok vizsgálati megoldásainak sok kísérletezéssel megszerzett know-how-ját átadni. Szeretnénk írásos fóruma lenni annak, hogy megtalálják egymást az azonos feladatokkal foglalkozó kollégák”.

Érdemes összevetni a két – az 1914-ben és a 77 évvel később megjelent – bevezetőt. Mindkettő az anyagvizsgálattal, annak gyakorlati alkalmazásával foglalkozó hazai szakembereknek kíván fórumot adni. Ezen tevékenység megindulásához pedig igen jelentősen járult hozzá **Tetmajer Lajos**, aki nemzetközi tevékenysége, tekintélye folytán sokat tett azért, hogy szakembereink időben felkerüljenek arra a „közös nemzetközi hajóra”, amelyet anyagvizsgálatnak nevezünk.

Tetmajer életét, tevékenységét áttekintve jelentőségét, alapelvét a legrovidebben így fogalmazhatjuk meg: **a gyakorlatból az elméleten keresztül ismét vissza a gyakorlatba.**

Úgy hiszem, az anyagvizsgálat legfontosabb feladata tömörebben nem fogalmazható meg.

Hivatkozások

- [1] Kármán T.: A kihajlás elmélete és a hosszú rudakon végzett nyomókísérletek. Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közleménye. XI. és XII. sz.
- [2] Kármán T.: Die Knickfestigkeit gerade Stäbe. Physikalische Zeitschrift. Heft 9.
- [3] Kármán T.: Untersuchungen über Knickfestigkeit. Verein Deutscher Ingenieure. Heft 81.
- [4] Kármán T., Lee Edson: Örvények és repülő. Kármán Tódor élete és munkássága. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1994. 339 p.
- [5] Jan Zielinski: Ludwig von Tetmajer Przerwa
- [6] Terplán Z: Bartel János. Műszaki nagyjaink. 5. kötet. GTE Kiadás, Budapest 1981. 111-136.
- [7] Bartel János: A bemetszett rudak hajlító üttöpróbája. Anyagvizsgálók Közlönye. 1915/1. p.3-32.
- [8] Bartel János: A bemetszett rudak hajlító üttöpróbája. Anyagvizsgálók Közlönye. 1915/2. p.33-52.
- [9] Lueger Lexikon der Technik. Band 3. Werkstoffe und Werkstoffprüfung. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart. 1961.816.p.
- [10] A Nemzetközi Anyagvizsgáló Szövetség Közleményei. Anyagvizsgálók Közlönye. 1914. p.27-31.
- [11] V. Törésmechanikai Szeminárium. Miskolc-Tapolca. 1995. április 3-6.
- [12] a szerző megjegyzése
- [13] lásd. az 1914. november 17.-én kelt Választmányi Ülés Jegyzőkönyvét. Anyagvizsgálók Közlönye. 1914. p. 125-128.
- [14] Varga Bálint: Második évfolyamunk. Anyagvizsgálók Közlönye. 1915/1. p.1-2.
- [15] Arlinger I.: 100 éves a Mechanikai Technológiai Tanszék. Gép XLI. évf. 1989. 10. szám. p. 362-374.
- [16] Műszaki nagyjaink. GTE Kiadás 1-6. kötet.
- [17] Vietoris József: A háborús gyorsacélokról. Anyagvizsgálók Közlönye. 1944/1. p.1-28.
- [18] Zorkóczy Béla: A hegesztés technológiája és korszerű alkalmazásai. Anyagvizsgálók Közlönye. 1930. p.101-136.
- [19] Springer István: A washingtoni National Bureau of Standards. Anyagvizsgálók Közlönye. 1933. p.160-168.
- [20] Sályi (Springer) István: A beton lassú alakváltozása. Anyagvizsgálók Közlönye. 1936/1. 1-34.

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
 - Ultrahangos vizsgáló: UT1, UT2, UT3, UT2T
 - Mágneses, penetrációs, vizuális vizsgáló: MPVT1, MPVT2
 - Örvényáramos 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 részvétellel!

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

Int. Symp. on Local Strain and Temperature Measurements in Non-Uniform Fields at Elevated Temperatures, Berlin, Németország, 1996. március 14-15. Cím: DVM— Mrs. I. Maslinski, Unter den Eichen 87., 12205 Berlin, Germany. Tel.: (+49) 308113066, fax: (+49) 308119359

SQM '96 – Software Quality Management, Cambridge, Egyesült Királyság, 1996. április 1-3. Cím: Wessex Inst. of Technology, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. Tel.: 44 (0) 1703293223, fax: 44 (0) 1703292853

MTQ'96 – Testing for Quality, Birmingham, Egyesült Királyság, 1996. április 16-18. Cím: NEC House, Birmingham B40 1NT. Fax: 0121 780 3535

2nd Int. Conf. on Certification and Standardisation in NDT (Incorp. 2nd East-West Symposium), Birmingham, Egyesült Királyság, 1996. április 17-18. Cím: Technical Secretary, The British Inst. of NDT, 1 Spencer Parade, Northampton NN1 5AA. England, fax: +44 0 1604 231489, E-mail 100443.24.computerve.com

Condition Monitoring '96, Mobile Alabama, USA, 1996. április 21-25. Cím: Mervin

Jones, University of Wales Swansea, Dep. of Mech. Eng., Singleton Park, Swansea SA28PP. Fax: 01792 295674

7th European Conf. on Composite Materials, London, Egyesült Királyság, 1996. május 14-16. Cím: Ms. Cathy Pearcey, Conf. Dept (C609) Institute of Materials, 1 Carlton House Terrace, London SW1Y 5DB, UK. Tel.: (+44) 1712351391, fax: (+44) 1718231638

4th Int. Conf. on Localized Damage, Fukuoka, Japán, 1996. június 3-5. Cím: Mrs. J. Evens, Conf. Secretariat – LD96 Wessex Inst. of Technology címén (lásd az SQM'96-nál)

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 SQM'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 SQM'96-nál)

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

IIW-kögyűlés, 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; Politiors-Futuroscope, Franciaország, 1996. szeptember 3-7. Cím: Prof. André Dragon, LPM, 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 Vítkovice, Pohranici 31. CZ-70602 Ostrava-Vitkovice, Czech Republic, Tel: +42 692926101, fax: +42 6954777

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. Jelentkezés előadáskivonattal 1996 januárjában.

A Gépipari Tudományos Egyesület országos rendezvényei: Szerkezetek integritása, Budapest, 1996. március; Mechanoplast '96 Budapest (?), 1996 áprilisában; VI. Tribológiai konferencia, Budapest, BME, 1996. június 6-7.; 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** előadáskivonattal 1996. február 28-ig 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

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, LPM, ENSMA – Site du Futuroscope B. P. 109. 86960 Futuroscope Cedex, France. Tel.: (+33) 49498224, fax: (+33) 49498238

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, Žitkova 22., 61662 Brno, Czech Republic, Tel.: (+42) 5746327, fax: (+42) 541212301

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

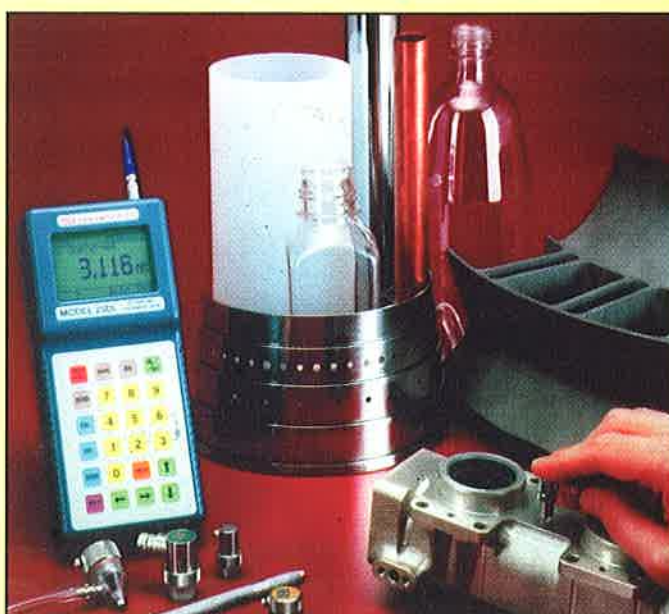
ultrahangos falvastagságmérők



Epoch III kézi „nagy” készülék: A-képpel ellenőrzött vastagságmérés, bevonat-korrektció – közvetlen leolvasás – adattárolás – határérték-riasztás



26 DL Plus korróziómérő
hőálló fejjel, 500 °C-ig



25 DL precíziós vastagságmérő
már 0,1 mm-től, fémre, műanyagra

PANAMETRICS Meßtechnik G.m.b.H.

Waldgasse 39, A1100 Wien • Telefon: 0043/1-6022534 • Telefax: 0043/1-602253411