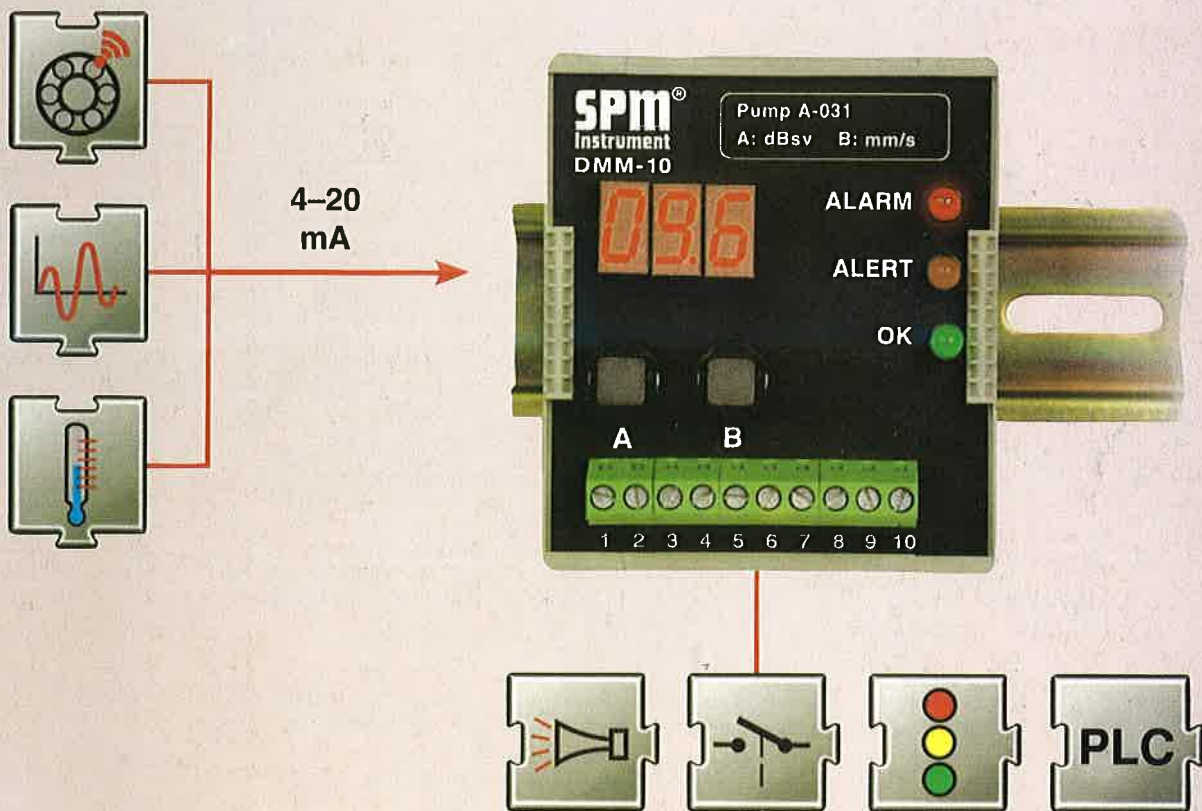


ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

7. ÉVFOLYAM
3. SZÁM
1997.



GÉPÁLLAPOT-FELÜGYELET

TESTOR

ANYAGVIZSGÁLAT – MÉRÉSTECHNIKA

ISO 9001

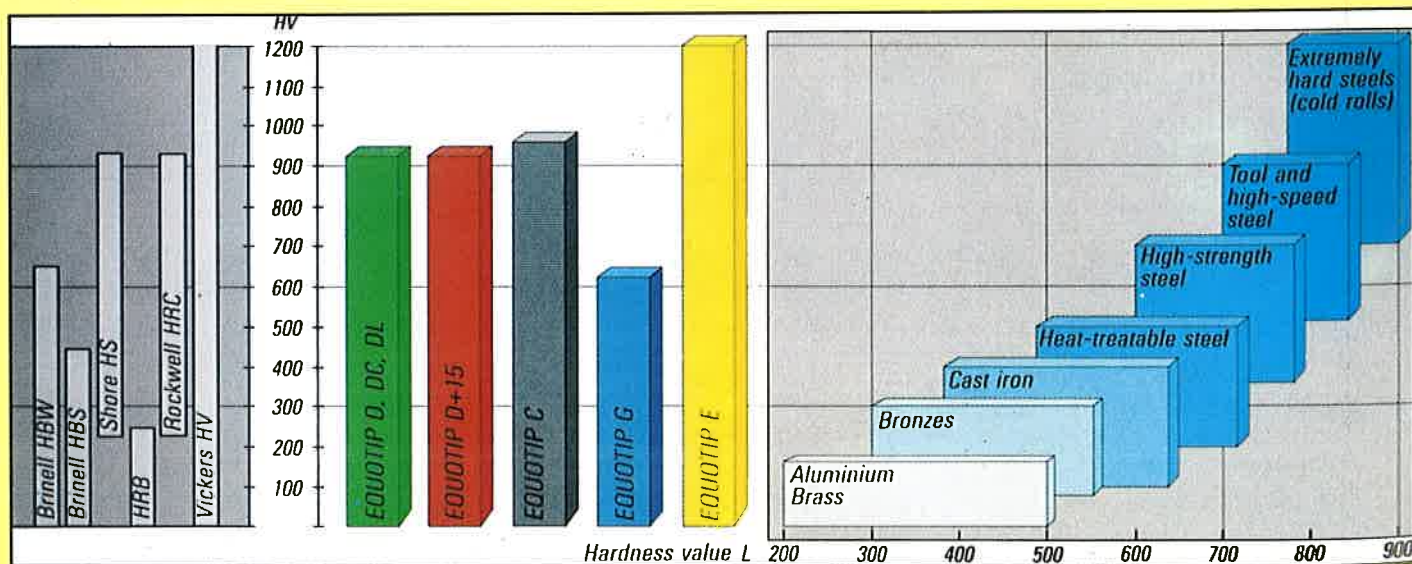
PROCEA

vizsgálókészülékek forgalmazója



Megfelel
A 956-96
előírásainak

Az **EQUOTIP**[®] keménységmérőn kijelzett és statisztikusan értékelt adatok pontosságát szavatolja a feladatnak megfelelő mérőfej szakszerű használata



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

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

Felelős szerkesztő:

dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:

dr. Borbás Lajos
Fücsök Ferenc
dr. Havas István
dr. Koczor Zoltán
Ruzicska György
dr. Pólos László
dr. Tóth László

Kiadja:

TESTOR BT.

Felelős kiadó:

Szappanos György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj 1997-re

(1–4. szám): 2.100,- Ft

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

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

Formakészítés: **PC-PRINT BT.**

FIGYELEM!
Le ne maradjon!
Idejében fizessen elő!

ISSN 1215-8410

„...hogy tagjaink eszmetársulás alapján a tudományt előbbre vihessék”

Rejtő Sándornak az egyesület- és szaklap alapítás célját és értelmét meghatározó gondolatának eseményekben és eredményekben testet öltött történetét tekintjük ár lapunk Mérföldkövek rovatában, Hisz' az a száz év, amely a Magyar Anyagvizsgálók Egyesületének 1897. június 16-ai alakuló közgyűlése óta napjainkig eltelt, olyan tudományos és technikai fejlődést ível át, amelyre érdemes visszatekinteni.

Akkor már átvilágították a törött végtagokat, a *Röntgen-féle* X-sugarakkal, de a röntgendiffrakciós anyagszerkezet-vizsgálatra még másfél évtizedet várni kellett.

Akkor már voltak ismeretek a fémek krisztallszerkezetéről, az ötvözetek állapotábráiról, és az egyesület-alapító *Rejtő Sándor* a maga szerkesztette mikroszkópján vizsgálta a vasanyagok szövetszerkezetét, elsőként keresve összefüggést az anyag szerkezete és tulajdonságai között, de az anyag építőelemének, az atomnak a szerkezetéről még csak sejtések voltak – *J.J. Thomson* 1897-ben fedezte fel az elektront –, ám napjainkban a kristályrács felületi atomjait is megláthatjuk a térion-mikroszkóppal.

Akkor a mechanika és az anyagtulajdonságok ismerete már elégségesnek tűnt ahhoz, hogy felépítsék Párizs mai jelképét, az Eiffel-tornyot, New Yorkban pedig acélvázás toronyházakat építsenek; hogy rohamosan fejlődjön a vasúti közlekedés, és megjelenjenek útjainkon az autók, és hogy sikeres felszállást végezzenek *Schwarz Dávid* merev vázú, alumíniumból készült, kormányozható léghajójával, a világ első héjszerkezetű légi járművével; de az anyagkifáradás, a kúszás és a törés jelenségeinek kutatása – bővülő ismereteink ellenére – még a napi feladataink közé tartozik, csakúgy, mint az anyag szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések kutatása, amelyeknek ismerete nélkülözhetetlen a felhasználási célra legjobban megfelelő anyag megtervezéséhez és előállításához.

Érdemes tehát visszatekintenünk, számba venni és értékelni az eredményeinket, hogy a még válaszra váró kérdéseinket átgondoltan, megalapozottan fogalmazhassuk meg, amely a sikeres válaszadáshoz elsődleges és alapvető a számítógépesített és felműszerezett világunkban is.

Ehhez kívánunk gondolatébresztő rövid történeti áttekintésünkkel hozzájárulni.

A szerkesztőbizottság

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONE – MEILENSTEIN

<i>Lehofer Kornél: A honi anyagvizsgálat rövid története</i> Short history of the home material testing Kurze Geschichte der heimische Materialprüfung	61
--	----

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK – INSTRUMENTS, EQUIPMENTS – GERÄTE, ANLAGEN

A beton vizsgálata és minőségellenőrzése (ELE International Ltd.) Concrete testing and quality control Prüfung und Qualitätskontrolle des Beton Alakváltozás-mérés rugalmas anyagokon (VIPS No. 17–1997. DIV 31. Sensors) Measuring strain on supple materials Dehnungsmessung der elastische Materialien	72
--	----

<i>Tóth Péter: Érintésmentes finomnyúlásmérők</i> Non-contacting extensometers Kontaktfreie Extensometers	73
---	----

Szemek, amelyek sohasem alszanak (SPM Instrument Int. GmbH.) On-line condition monitoring modules On-line Zustandkontrolle-System	75
---	----

<i>Mohácsi Gábor: NCAT-készülék: termikus bitumentartalom-mérő</i> NCAT asphalt content tester NCAT Asphaltgehaltmesser	76
---	----

<i>Papp Balázs: A világ legkisebb spektrométere</i> The world's first miniature spectrometer Das kleinste Spektrometer im Welt	77
--	----

MŰSZERES ANALITIKA – ANALYSIS WITH INSTRUMENT – INSTRUMENTELLE ANALYSE

<i>G. Holéczyová, M. Matherny, N. Plišovcká: A volfram- és a grafitkemence atomabszorpciós tulajdonságainak kritikai összehasonlítása</i> Critical comparison of atomabsorption properties of the tungsten and graphite furnaces Kritischer Vergleich der Atomabsorptionseigenschaften von Wolfram- und Graphitofen	78
---	----

SZEMLE – REVIEW – RUNDSCHAU

Porkohászati termékek ellenőrzése rezonancia módszerrel – Fékbetétek ultrahangos vizsgálata (Krautkrämer GmbH & Co.) Resonance inspection of parts made of power metal – Ultrasonic testing of brake linings Resonanzprüfung von Bestandteile aus Sintermetall – Ultraschallprüfung von Bremsbelagen	81
--	----

Instron szoftver a Marks & Spencer textilvizsgáló rendszeréhez Instron's software to textil testing system of Marks & Spencer Software von Instron für Textilprüfungs-System von Marks & Spencer	82
--	----

A korrózió kockázatának becslése vasbetonban (Procequ SA) Assessing the risk of corrosion in reinforced concrete Risikoschätzung der Korrosion im Eisenbeton	82
--	----

ANYAGOK – MATERIALS – MATERIALIEN

<i>Kovács József: A XXI. század szerkezeti anyaga a szénszál</i> The carbon fiber is a structural material for the 21st century Der Karbonfaden ist ein Konstruktionsmaterial des 21. Jahrhunderts	83
--	----

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUALITÄTSSICHERUNG

<i>Dr. Koczor Zoltán, Marschall Marcell: Anyagvizsgáló sajátosságok a minőségügyi rendszerekben</i> 1. rész: Az anyagvizsgálat és a minőségbiztosítás kapcsolódása Material testing peculiarities of the quality assurance systems Part 1: Connection between the material testing and the quality assurance Die Materialprüfungseigenarten der Qualitätssicherung-Systeme 1. Teil: Verbindungen zwischen der Materialprüfung und der Qualitätssicherung	86
---	----

HÍRE – NEWS – NACHRICHTEN	91
--	----

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER	94
--	----

A honi anyagvizsgálat rövid története

Lehofer Kornél

Az ok, amely arra készítetett, hogy legalább fő vonalaiban áttekintsük szakterületünk mintegy száz évének történetét az a tény, hogy 1897. június 16-án alakult meg a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete (MAE). Ez az esemény arra az időszakra esik, amikor a reformkori eszmék gyakorlati megvalósításának eredményeként a honi ipar világszínvonalú termékeivel magára vonta a világ országainak a figyelmét.

Ezt a korszakot szakterületünk szempontjából több szakmatörténeti és életrajzi munka tárgyalja közvetve vagy részben közvetlenül, ám napjainkig ívelően a honi anyagvizsgálat történetét és művelőinek hozzájárulását a szakmakultúra egészéhez még átfogóan nem dolgozták fel. Ennek elsősorban az az oka, hogy a háborúk viharaiiban sok dokumentum megsemmisült a minisztériumok és a vállalatok irattáraiban. Így a MAE anyaga is hiányzik a levéltár gazdag anyagából. Ezért az eredményes munkát bizonyító dokumentumokra leginkább a különféle, több példányban megjelent folyóiratokban és egyéb közleményekben lehet rálelni.

Az egyesületalapítás centenáriuma készülődve megkíséreltük legalább címszavaiiban áttekinteni a honi anyagvizsgáló szakemberek magyar nyelvű publikálásait a legvalószínűbbnek tartott folyóiratokban, nevezetesen az *Anyagvizsgálók Közlönye* (AK), a *Gép és az Anyagvizsgálók Lapja* (AL) teljes anyagában, valamint részben a *Magyar Mérnök és Építész Egylet Közleménye* (MMÉEK) és a *Bányászati és Kohászati Lapok Kohászat* (BKL-K) folyóiratokban. Ugyancsak forrásértékűek az egyesületi rendezvények kiadványai, mindenképp 1958-tól a GTE anyagvizsgáló kongresszus és 1961-től az OMBKE kohászati anyagvizsgáló napok kiadványai. Hatalmas és sok értékes eredményt tartalmazó anyagról van tehát szó, amelynek érdemi feldolgozása még várat magára. Jelen cikkben is csak elsősorban a vas-, fém- és gépipari szempontból próbáljuk jelzésértékűen felvázolni a honi anyagvizsgálat eredményeit és szervezeteinek történetét.

Az anyagvizsgálók honi szervezeteinek története

A társadalom igényei és a szervezetté válás

Az 1867-es kiegyezést követő időszak gyorsuló ütemű társadalmi és gazdasági fejlődése, az út- és vasúthálózat, a települések, kiemelten a főváros fejlesztése, a víz- és csatornahálózat kiépítése, a Duna-hidak építése, a honi ipar megerősödése növelte az igényt általában a mérnöki munka, és ezen belül mind a különböző anyagok, mind a belőlük gyártott termékek tulajdonságainak, minőségi jellemzőinek egységes elvek és előírások szerinti vizsgálata és ellenőrzése iránt.

1870 áprilisában báró Eötvös József vallás- és közoktatási miniszter előterjesztést tett a Parlamentben a többi egyetemmel egyenrangú kir. József Műegyetem újjászervezésére mérnöki, építészeti, gépészmérnöki, vegyészeti és egyetemes szakosztályokkal (karokkal). Az 1871/72. tanévben már ezen szervezeti keretek között kezdődött meg az oktatás. A mérnöki kar dékánjává *Kruspér Istvánt*, a gépészmérnöki kar élére *Prielek Miksát* nevezték ki. Még ebben a tanévben *Palóczy Horváth Ignác* műegyetemi tanár megalapította a műszaki mechanikai tanszék laboratóriumát, amelyet utóda, *Nagy Dezső* 1982-től továbbfejlesztett. Az építő- és szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságainak megvizsgálására – a kormány támogatásával – Kísérleti Állomást szervezett, amely 1894. szeptember 1-én megkezdte munkáját.

1874-ben, ugyancsak a Műegyetem, *Pilch Ágoston*, a mechanikai iparműtan tanársága alatt Anyagvizsgáló Intézet létesült. Megindult a kutatómunka a vasanyagok fontos mechanikai tulajdonságainak a feltárására. Pilch halálát követő évben, 1889-ben a mechanikai tech-

nológia önálló tanszékét kapott *Rejtő Sándor* vezetésével, aki jelentős tantervi változásokat vezetett be. Ekkor indul a gépműhelyi gyakorlat *Csonka János* művezető irányításával, amelynek keretében az anyagok vizsgálata is szerepelt.

Rejtő Sándor megkísérelte az addig csak leíró jellegű technológiát elméletileg is megalapozni. A metallográfiát, mint segédtudományt is felhasználva 1896-ban megjelentette *Az elméleti mechanikai technológia néhány alaptétele* című könyvét, amelyet német nyelven is kiadtak Lipcsében 1897-ben.

Az ipar és a kereskedelem megnövekedett mindennapi rutinvizsgálati igényeit egyetemi körülmények között nem lehetett kielégíteni. Ezért 1883-ban megalapították a Technológiai Ipar Múzeumot – amely egyik alkotó intézménye lett az 1924-ben megalapított M. kir. Technológiai és Anyagvizsgáló Intézetnek – „az iparilag használt anyagokkal, eljárásokkal és gépekkel végzendő gyakorlati irányú műszaki kísérletek céljára”.

A székesfőváros 1891-ben Cement Laboratóriumot létesített a csatornahálózat fögyűjtőinek építéséhez felhasznált cement minőségének folyamatos ellenőrzésére, és amelyet fejlesztve 1917-ben kialakult a Budapest Székesfőváros Anyagvizsgáló Intézete.

1887. szeptember 17-én *Grittner Albert* vezetésével a MÁV Északi Főműhelyben létesült a budapesti üzemi kémiai laboratórium, amelyből a századfordulón megalakult a M. kir. Államvasutak Laboratóriuma az építő- és szerkezeti anyagok, a fém-, papír-, textil-, olaj- és kenőanyagok, festékek vizsgálatára.

A XIX. század vége felé a mechanikai vizsgálati tapasztalatok ráirányították a figyelmet a próbatestek méret- és alakhatására, amely felvetette az egységesítés iránti igényeket. *Johann Bauschinger* műszaki egyetemi tanár – külföldi kollégái, köztük *Nagy Dezső* szorgalmazására – 1884-ben összehívta az anyagvizsgálók első nemzetközi kongresszusát Münchenbe. Ezt követte 1886-ban a drezdai, 1890-ben a berlini, 1893-ban a bécsi, majd – Bauschinger halálát követően – 1895-ben a zürichi tanácskozás. Ez utóbbin alakult meg, *Tetmayer Lajos* zürichi egyetemi tanár elnöklétével az *Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetsége*. A Szövetség 1897-re Stockholmba hívta össze első kongresszusát. Ezen a hazai anyagvizsgálók már az önálló magyar szervezet képviseletében vehettek részt. Ugyanis, *Rejtő Sándor* és *Nagy Dezső* aláírásával körlevelet kaptak a hazai anyagvizsgálók, amelyben a következőket olvashatták:

„Az építő- és szerkezeti anyagok szállításainál alkalmazott feltételek sokféleségének hátrányos voltát mind a szállítók, mind az átvétők élénken érzik. Ezen visszás állapoton segítenünk kell! ...Az anyagok vizsgálatával foglalkozó szakértők e visszás állapotok javítása céljából időszakonként nemzetközi kongresszusokat tartanak... a fontosabb feladatok megoldásával járó munkák összehangatos keresztülvitele is indokoltá teszi, hogy a nemzetközi egyesületeken kívül más góccok is keletkezzenek, ...már több nemzet alakított külön egyesületet, rajtuk a sor, hogy mi is tömörüljünk!”

A felhívás eredményre vezetett. 1897. június 16-án megtartották a *Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete* alakuló ülését. Az alapszabályban megfogalmazott célkitűzés kiterjedt „minden ipari és műszaki célokra használt anyagok megvizsgálására”. Az egyesület első elnökévé *Cziegler Győzöt*, a Műegyetem ókori építéstan tanszék tanárát választották meg, aki 1904-ig töltötte be ezt a tisztséget. Őt követte 1904-1910 között *Nagy Dezső* professzor, akit 1914-ig *Czekélous Aurél* miniszteri tanácsos követett, majd 1914 és 1917 között *Rejtő Sándor* volt az egyesület elnöke.

A honi anyagvizsgálók elismertségét jelzi az a tény is, hogy a nemzetközi szövetség a Párizsba, 1899-re tervezett, de a vilákiállítás

miatt elmaradt 2. kongresszusát Budapesten tartotta meg 1901-ben. Ezen a konferencián javasolta *George Charpy* az ütvehajlító vizsgálatot az anyagok ütéssel szembeni ellenállásának jellemzésére. A kérdés korabeli jelentősége lemérhető a szövetség soron következő kongresszusainak témaválasztásában is.

Idehaza *Bartel János* foglalkozott behatóbban az ütvehajlító vizsgálattal ez idő tájt, akit 1915-ben neveztek ki a Rimamurányi Salgótarjáni Vasmű igazgatójává.

Rejtő Sándor a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete (MAE) elnökeként az 1914. évi rendes közgyűlésen javaslatot tett egyesületi szaklap kiadására. Az *Anyagvizsgálók Közlönye* 1914. június 25-én megjelent első számában erről így írt Rejtő: „...egyesületünknek szellemi kapcsolás létesítése céljából tudományos színvonalon álló szaklapra van szükség, amelynek útján a magyar tagok munkásságáról, valamint a külföldiek ez irányú tevékenységéről tájékoztatást nyernének, hogy eszmétársulás alapján a tudományt előbbre vihessék. Ez a szaklap a gyakorlatban működő szakértésaink a tudomány legújabb vívmányaival ismertetné meg, hogy azokat a gyakorlati életbe hosszas előtanulmányok nélkül átvihessék s ezzel iparunk haladását és versenyképességét előmozdítsák.”

Vagyis, a MAE megalakulásától kezdve szervezetten összefogta és bekapcsolta anyagvizsgálóinkat a nemzetközi közéletbe, szóban és írásban fórumot teremtett az eredmények mielőbbi közkinccsé tételéhez.

Sikeres újrakezdés

Am, mire a MAE szervezeti élete, hazai és külföldi kapcsolatrendszere és az alapszabályában is megfogalmazott tevékenységi köre teljes értékűen megvalósult, kitört az I. világháború. Ennek hatására megbénult a nemzetközi szövetség tevékenysége; 1924-ben ki is mondták a felbomlását, majd 1927-ben az Amsterdamba összehívott 7. nemzetközi kongresszuson ismét megszervezték. A háború, majd a trianoni békediktátum miatt a MAE szervezeti élete is akadozott, a szaklapjuk ugyan még megjelent, de az 1918. évi 5. évfolyamot a 6. csak tíz éves szünet után követte 1928-ban. Az egyesület élete is az 1927. március 28-ára összehívott XXII. közgyűléssel indult újra.

Ez idő tájt az ipar és a kereskedelem egyaránt igényelte a nemzetközi forgalmat megkönnyítő szabványokat. Prágában 1927-ben 14 európai ország részvételével tanácskozást tartottak a nemzetközi vas- és acélszabványok kidolgozásáról. A MAE képviselői hasznos résztvevői voltak ennek a tanácskozásnak, miután sok tapasztalatot szereztek már a Magyar Ipari Szabványosítási Bizottságban végzett munkájuk során, például *Rejtő* javaslata nyomán a vasanyagok vizsgálati és átvételi előírásainak kidolgozásában. Ugyanis, a MAE alapszabálya szerint az egyesület tevékenységi körébe tartozott „szabványokba foglalni az anyagok iránt támasztandó minőségi követelményeket és az ezek megállapítására szolgáló módszereket és eszközöket.”

A MAE alapszabályának megfelelően tevékenykedett. Figyelemmel kísérte mind a hazai, mind a külföldi eredményeket. Képviselői részt vettek a nemzetközi szövetség munkájában, de jó kapcsolatokat tartottak más nemzeti szervezetekkel is, például a német VDI-vel, az amerikai ASTM-mel. Az Anyagvizsgálók Közlönye pedig eredményesen törekedett közkinccsé tenni az új ismereteket és eredményeket. Például *Zorkóczy Béla* az egyesület felkérésére előadássorozatot tartott a hegesztésről, majd publikálta *A hegesztés technológiája és korszerű alkalmazásai* című értekezését (AK 1930/3-4. pp. 101-136.). Tudomásunk szerint ez volt az első magyar nyelvű értekezés a hegesztésről. Ugyancsak *Zorkóczy* számolt be az egyesület lapjában az első nemzetközi hegesztéstechnikai kongresszus tanulságairól is (AK 1932/1-2. p. 37.), *Sályi (Springer) István* pedig a washingtoni National Bureau of Standards-nál szerzett tapasztalatairól (AK 1933/7-8. pp. 160-168.). De a lap közölte *Sályinak A beton lassú alakváltozása* (AK 1936/1. pp. 1-34.), illetve *Gillemot Lászlónak A hegesztés röntgenvizsgálata* című doktori értekezését (AK 1941/3. pp. 85-164.).

Végjáték és sorsforduló

Az ellenmondó ideológiai, politikai törekvések és a nagyhatalmi hatások hazánkat is belesodorták a II. világháborúba, amely megosztotta társadalmunkat csakúgy, mint a világ, de mindennek előtt Európa országait. Mindezek társadalmi, gazdasági követelményei tükröződtek a civil szervezetek, így a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete működésében is.

„A háborús fejlemények és a nemzetközi kapcsolatok részleges megszűnése miatt” – olvashatjuk az Anyagvizsgálók Közlönye 1940/1. számában – elmaradt a Nemzetközi Anyagvizsgáló Kongresszus 1940. június 3-7-ére Kölnbe és Münchenbe tervezett ülése. Ettől kezdve a MAE nemzetközi kapcsolatai a levélváltásokra korlátozódtak.

A hadigazdálkodás támasztott ugyan újabb igényeket a honi anyagvizsgálattal szemben, – részben a helyettesítő anyagok kutatása és felhasználása, részben és elsősorban a katonai megrendelések: harci gépek, járművek és repülőgépek alkatrészainak és részegységeinek vizsgálattal alátámasztott minőségellenőrzése terén; és ezért jelentős laboratórium-fejlesztések voltak például a csepeli Weiss Manfréd Rt-nél, a MÁVAG-ban, a győri vagon- és gépgyárban, a diósgyőri gépgyárban –, mégis 1942-ben a MAE XXXVII. rendes közgyűlésén a beszámoló az „egyesületünk múlt évi élete magán viselte a háború bélyegét” gondolatla kezdve megállapítja: az egyesületi élet gyakorlatilag az Anyagvizsgálók Közlönye megjelentetésére korlátozódtott! És ebben már nem is történt érdemi változás. Az 1942. évi tisztújító közgyűlésen megválasztott tisztikar (1. ábra) még megszervezte a XXXVIII. rendes közgyűlést 1943-ban, ám az 1944-ben esedékes tisztújításra már nem került sor, de még megjelent – ma már tudjuk: utóljára – az Anyagvizsgálók Közlönye

MAGYAR ANYAGVIZSGÁLÓK EGYESÜLETE		
Tisztikar és Választmányi tagok az 1942. évi közgyűlés után.		
Tisztelteti tag:	Tiszteletbeli titkár:	
<i>Ódlík István dr. h. c.</i>	<i>Bartel János dr.</i>	
Az Egyesület elnöke:		
<i>Misztóczy Vilmos dr.</i>		
Alelnökei:		
<i>Szabó Gusztáv dr., Vér Tibor dr.</i>		
Titkár:	Szerkesztő:	
<i>Gillemot László dr.</i>	<i>Nemesdy József dr.</i>	
Pénztáros:	Ellenőr:	
<i>Keller György.</i>	<i>Püspöky Gyula.</i>	
A) Fémek szakosztálya:		
elnöke: <i>Gállik István dr. h. c.</i>	jegyzője: <i>Parti István dr.</i>	
B) Építőanyagok szakosztálya:		
elnöke: <i>Mihailich Győző dr.</i>	jegyzője: <i>Cyengő Tibor dr.</i>	
C) Egyéb anyagok szakosztálya:		
elnöke: <i>Marschalkó Béla</i>	jegyzője: <i>Barna János dr.</i>	
D) Általános szakosztály:		
elnöke: <i>Zorkóczy Béla</i>	jegyzője: <i>Reuss Endre dr.</i>	
Közgyűlésen választott választmányi tagok:		
1940—43.	1941—44.	1942—45.
<i>Bárány Béla</i>	<i>Csonka Béla</i>	<i>Quirin Leó dr.</i>
<i>Fábray Zsigmond</i>	<i>Káposztás István</i>	<i>Makray Imre dr.</i>
<i>Szalóki Zoltán dr.</i>	<i>Kazinczy Gábor dr.</i>	<i>Jáky József dr.</i>
<i>Tetmajer Alfréd</i>	<i>Kopácsy József</i>	<i>Vargha Kálmán dr.</i>
<i>Walgang Ferenc</i>	<i>Tantó Pál</i>	<i>Thoma Albert</i>
	<i>Victorisz József dr.</i>	<i>vitéz Vináry Ervin</i>
Póttagok:		
<i>Monostori Antal dr.</i>	<i>Gáspár Géza</i>	<i>Schwertner Antal dr.</i>
Számvizsgáló bizottság:		
Elnöke:	Tagjai:	
<i>Szikszay Gerő</i>	<i>Lőw Márton dr., Vajdaffy Atadár dr.</i>	
Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetsége Állandó Választmányában Magyarország képviselője:		
MISANGYI VILMOS DR.		
az Egyesület elnöke.		

Felkérjük az igen tisztelt tagjainkat, hogy a jövőben Egyesületünk javára történő fizetéseket kizárólag a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete, Budapest 3855. sz. postafakarekpnztári csekk számlára szíveskedjenek teljesíteni.

1. ábra A Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete történetének utolsó tisztújító közgyűlésén megválasztott vezetősége

XXII. évfolyamának 1944. évi 1. száma, amelynek felelős kiadója dr. Gillemot László, a MAE titkára volt. Az Anyagvizsgálók Közlönyében közölt tanulmányok és a közgyűléseken elhangzott előadások híven tükrözik a hadigazdálkodás szakmákra rótt feladatait; néhány példa:

Csonka Béla: Lövegcsövek elhasználódása, (AK 1942/XX. évf./4.),
Zorkóczy Béla: Saválló- és hőállóacélok a háborús anyaggyártáshoz, (AK 1943/XXI. évf./5.),

Csűrös Zoltán: A textilipari nyersanyagok háborús pótlanyagai, (előadás a XXXVIII. közgyűlésen),

Vietoricz József: A háborús gyorsacélok, (AK 1944/XXII. évf./1.).

Ugyanakkor a MAE a háború éveitől kezdve is együttműködött más hazai tudományos egyesületekkel, többek között az „anyaegyesülettel”, az 1867-ben megalakított – későbbi teljes nevén – Magyar Mérnök és Építész Egylettel (MMÉE). A gépészeti, elektrotechnikai és gyáripari szakosztállyal közös előadói ülések egyikén, 1943. december 12-én Zorkóczy Béla tartott előadást *A különleges acélok, tekintettel a saválló és a tűzálló acélfajtákra* címmel – tudjuk meg a MMÉE Közlöny 1943. évi 25. számának Egyesületi értesítések rovatából.

Az egyesületek közötti együttműködés – napjainkhoz hasonlóan – természetes volt, hiszen a MAE-tagok, működési szakterületeiktől függően, más tudományos egyesületeknek is tagjai, sőt tisztségviselői is voltak.

Végül is, e kis létszámú (1943-ban 122 rendes tagot számláló), ám a honi anyagvizsgálat fejlesztésében és művelésében meghatározó szerepet betöltő szakembereket iparágazatokat átívelően szervezette tömörítő MAE a II. világháború hazánk földjén is végigszárguló viharában elszennvedett sérüléseiből már nem tudott talpra állni. Az életben maradt, illetve a háború után 1945-ben vagy később hazakerült tagjai az iparban is lerombolt és kifosztott országban az újjáépítés, az egzisztencia-teremtés feladataival birkózva és ismét egymásra találva új szervezeti keretek között keresték az anyagvizsgálók szakmai és érdekképviselését.

Tény, hogy 1945 januárjától a Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezete (MMSZSZ) is szervezett szakmai szakosztályokat, és együttműködve a nagy múltú tudományos egyesületekkel és a Műegyetem tanáraival, aktív szerepet vállalt a tudományos közélet fórumainak újjászervezésében és a műszaki ismeretek publikálásában. A Magyar Technika című folyóiratban, amelynek főszerkesztője Pattantyús Á. Géza professzor volt, anyagvizsgálói témájú cikkek is megjelentek.

A tudományos egyesületek életében – csakúgy mint az ország politikai életében – jelentős változást hozott az 1948. év. Az MMSZSZ kezdeményezésére és szervezésében, a tudományos egyesületek bevonásával, 1948. június 20-29. között Műszaki Értelmiségi Hét országos rendezvénysorozatra került sor, amelynek keretében Budapesten és több vidéke városban aktuális műszaki tudományos és iparpolitikai témájú előadások hangzottak el. A szervezésben közreműködők között olvashatjuk a Magyar Anyagvizsgálók Egyesületét, az OMBKE-t, az MKE-t, valamint a Technológiai és Anyagvizsgáló Intézetet is (Műszaki Értelmiség 1948. június 15. IV. évf. 11. sz. 13. old.), amelyek támogatással részt vettek a rendezvénysorozat záró június 29-i ülésén, amelyen megalakították a **Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségét**, a napjainkban is működő MTESZ-t.

A rendezvénysorozat nehézipari szekciójában Gillemot László műgy.nyilv. r. tanár – talán a MAE képviselőjében is, mint annak titkára – június 24-én a MÁVAG-ban tartott előadást *Magastrenkvenciás edzés* címmel, majd a MTESZ alakuló ülésén tagja volt a munkaelnökségnek és beválasztották a MTESZ tudományos tanácsába.

Közbevetve fontos megemlíteni, hogy az MMSZSZ a rendezvénysorozat közben június 26–27-én tartotta II. kongresszusát, amely állást foglalt a szakszervezetek iparági átszervezése mellett – ezzel lényegében önmaga feloszlata mellett –, és egyetértett a műszaki értelmiség tudományos tevékenységét koordináló új szervezet, a MTESZ létrehozásával.

A MTESZ megalakulása a politika szintjén is nagy hangsúlyt kapott.

Az alakuló ülés fővédnöke Tildy Zoltán köztársasági elnök volt. Megjelent Gerő Ernő közlekedésügyi miniszter, aki felszólalását a Magyar Dolgozók Pártja I. kongresszusának tudománypolitikai programnyilatkozatára alapozta és kinyilvánította: a MTESZ megalakulása is az új nemzeti célt, az 5 éves tervet szolgálja. De részt vett az ülésen Erdei Ferenc a Nemzeti Parasztpárt, Kállai Gyula és Révai József az MDP és Ortutay Gyula miniszter, a Független Kisgazdapárt képviselőjében. Ugyanakkor az alakuló ülés megfelelő időzítése lehetővé tette, hogy az MMSZSZ II. kongresszusára meghívott külföldi szervezetek képviselői is üdvözölhessék a MTESZ megalakulását és méltathassák jelentőségét. Felszólalt többek között a Joliot Curie elnökletével 1946-ban megalakult Tudományos Dolgozók Világszövetsége képviselőjében George Crowther, aki egyben Nagy-Britannia Tudományos Dolgozók Szövetsége elnökeként is szól; a román mérnökszakszervezet nevében Stefan Nadasán, temesvári műegyetemi tanár, méghozzá magyarul (Közbevetőleg: a Nadasán és a Gillemot akadémikusok vezette kutatócsoportok között az anyagkifáradás, a rideg törés témakörben közös kutatások is folytak. Ez a munkakapcsolat haláluk után is fennmaradt.) Az osztrák mérnökegyesület nevében felszólaló Otto Kopcsik utalt az osztrák és a magyar mérnökegyesületek közös gyökereire, a XIX. század derekáig visszanyúló együttműködésre.

Végül is, a megalakult MTESZ-nek, az előzetes elvi támogató nyilatkozata ellenére, a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete nem lett a tagja, az egyesületet csendben elenyészett. Vele szertefoszlott nemcsak az a szervezeti keret, hanem az a szemléletmód is, amely az anyagtudományt egységes egészként kezelte. Helyére az iparágak és ágazatok szerint a MTESZ-en belül szerveződött tudományos egyesületek szakosztályai, szakcsoportjai léptek, amelyek vagy önállóan, vagy a minőségellenőrzéssel, a mérés technikával összefonódva váltak az anyagvizsgáló szakemberek társadalmi szervezeteivé. Szakterületük eredményeit is az ágazati szaklapokban publikálták. Ám ez a parciálisokra bomlás nem kizárólagos, és pláne nem a MTESZ megalakulását kísérő sajátos honi jelenség, hanem a tudomány fejlődésének velejárója volt világszerte.

Manapság, amikor szerkezeteink egy részét összetett ún. kompozit anyagokból, például fém- vagy szénszállal erősített műgyantából készítjük, vagy kerámiából, ismét növekvő igény van szakterületünkön egy, a korábbinál magasabb szintű együttműködésre, szervezeti integrációra is.

A MTESZ vezetősége elvben betölthette volna maradéktalanul az egyesületek közötti együttműködés koordinátori szerepét, ám a főállású vezetői a pártállam elvárásainak megfelelően adminisztráltak, az egyesületek választott tisztségviselőiből alakult társadalmi vezető testülete viszont magatartásával lényegében politikai védőernyőt képezett az egyesületek felett azáltal, hogy a pártvezetőség verbális stílusában közgyűlésről-közgyűlésre csokorba szedte az eredményeket, szükség szerint önkritikát gyakorolt, illetve irányelveket fogalmazott meg, elsősorban a pártközpont megnyugtatására, amelyeket a tagegyesületekbe tömörült szakemberek természetesen aszerint vették figyelembe vagy hagyták figyelmen kívül, ahogyan az általuk fontosnak tartott érdemi, szakmai munka társadalmi művelése és az egyesület lehetőségeinek a kihasználása azt megkívánta. Ettől függött és függ ma is az egyesületek közötti szakmai együttműködés, mégpedig a napirendre tűzött témában érdekelt egyesületi szakmai szervezetek vezetőinek a kezdeményezésére és szervezésében.

Az egyesületek szakmai közösségeiben nem volt hátrány „régiektől” az értelmiségiekéig vagy pártönkívülinek lenni, de érdem sem volt a párttagság. Csak a szakmai felkészültség és a jó emberi tulajdonságok adtak és adnak rangot bárkinek. Hiszen az egyesületi tagság és az egyesületben végzett tevékenység mindenkor önkéntes volt. Még a személyi kultusz időszakában sem volt, a párt kívánsága ellenére sem, táptalaja az egyesületekben a Sztahanov-mozgalomnak, a szovjet technika kritikátlan dicsőítésének, mint ahogy a puha diktatúra időszakában sem volt divat a Nyugat eredményeinek túlértékelése sem.

A műszaki és természettudományos feladatok a vasfüggöny mögött is éppen úgy megfogalmazódtak, mint a függönyön túl, és ezek megoldása szakmai elismerést ígért, valós feladatokat jelentettek, a külső készletektől függetlenül, a szakmájukat hivatásnak tekintők számára, akik meghatározó egyéniségek voltak az egyesületeken belüli szakmai szervezeteknek is.

Tény viszont, hogy a pártállam teremtette torz értékrend és ingerszegény környezet jelentősen rontotta társadalmunk összeteljesítményét.

Mindezeket azért tartottuk szükségesnek itt leírni összefoglalóan, hogy a továbbiakban a szervezet szakmatörténetére koncentrálhassunk.

Az anyagvizsgálók szakosztályá szerveződése a GTE-ben

Az ipari anyagvizsgálat egyes szakágazatai közül a roncsolásmentes röntgenvizsgálatban érdekeltek szerveződtek *Réti Pál* vezetésével, mégpedig az 1948 végén megalakult Híradástechnikai Tudományos Egyesület orvosi röntgen szakbizottságán belül. Mivel akkoriban sem a szakember-ellátottság, sem a röntgenkészülékekkel való felszereltség nem volt kielégítő, ezért egy néhány fős szakcsoport hozzalátott a hazai helyzet felméréséhez, a megfelelő hazai szabványok és a helyzet javítását szolgáló javaslatok kidolgozásához.

Ebben az időszakban az erőművek, a hídjaink újjáépítése során előtérbe került a hegesztett acélszerkezet-gyártás tervezési, technológiai és roncsolásmentes röntgenvizsgálati feladatainak szakszerű megoldása. (*Gillemot László* a hegesztett vasszerkezetek és Duna-hidak ellenőrző vizsgálataiért kapott először Kossuth-díjat 1949-ben.) Ez tükröződött a szakcsoport munkájában is.

Amikor 1949. február 19-én megalakult a MTESZ keretében a **Gépipari Tudományos Egyesület** (GTE), és létrejöttek alapvető szakosztályai, akkor ez a szakcsoport 1952 januárjától a GTE technológiai szakosztályának keretében működött tovább. Elkészítették a sugárvédelemre vonatkozó MNOSZ 896-52, valamint a hegesztési varratok röntgenvizsgálatának előírásait tartalmazó MNOSZ 4310-49 szabványok tervezését. Javaslatukra a munkaügyi miniszter kiadta a röntgenmunkák végzésének első övrendszabályát. Támogatásukkal megszületett az első hazai röntgenkészülék típus. 1953-ban, amikor a hazai gyakorlatban sugárforrásként megjelent a radioaktív izotóp is, radiológiai szakcsoporttá alakultak.

A szakcsoport munkája csakhamar szakbizottsággá szélesedett a vas-, fém- és gépipari anyagvizsgálat más roncsolásmentes és roncsolásos szakágazatai képviselőinek bevonásával. A szervezet fejlődésének jelentősebb ipari bázisai voltak a Csepel Művek (akkori nevén Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek) központi anyagvizsgáló osztálya *Réti Pál* vezetésével, a MÁVAG anyagvizsgáló osztálya *Kajdi Gyula* vezetésével, a Fémipari és a Vasipari Kutató Intézet, a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék.

Az optikai szinképelemzés, a spektroszkópia és spektrográfia elsősorban fémanalitikai alkalmazásában érdekelt szakembereinek nyolc tagú csoportja 1952 áprilisában döntött a rendszeres szakmai előadói ülések szervezéséről. A csoportot *Török Tibor* professzor vezette, aki megszervezte a 40-es évek elején a WM Repülőgépgyárban az első ipari szinképelemző laboratóriumot, és akit 1953-ban Kossuth-díjjal tüntettek ki; és akit a felnövekvő szinképelemző generációk tagjai a szakma atyjaként tisztelnek mindmáig. A sikeres előadói üléseken megerősödött szakcsoport 1953 június 20-án csatlakozott a GTE technológiai szakosztályában működő anyagvizsgáló szakbizottsághoz. Még ez év őszén – a havonta tartott előadói ülések mellett – egyéves továbbképző tanfolyamot szerveztek az alapvető spektroszkópai ismeretek elsajátítására. Irodalomfigyelő szolgálatot szerveztek, és egymás gondjain tanácsokkal, anyagokkal, eszközökkel segítettek. Az előadások anyagát 1955-től sokszorosítva közreadták tagjaiknak.

Az ötvenes évek első felében a túlhajtott iparosítási program – annak ellenére, hogy a mennyiségi szemlélet vált a minőség rovására uralkodóvá – számos anyagvizsgálati feladat elé állította szakembereinket, amelyek határidőre, sőt előbbi, teljesítésére kemény politikai kényszerítés volt.

Az anyagvizsgálatok szakszerű elvégzése technikájának és módszertanának a megismerése iránti igény növelte az anyagvizsgáló szakbizottság rendezvényei iránti érdeklődést is. Ez, párosulva a más technológiai ágazatok, például a hegesztés iránti érdeklődéssel, feszítette a GTE technológiai szakosztályának szervezeti kereteit.

Ám, közbejött az 1956-os forradalom, amelyet a kommunista hatalom a szovjet hadsereg segítségével megbukott ugyan, de eszmiségét a hazai, sőt még a szovjet hatalom is kénytelen volt figyelembe venni, és ezért viszonylagosan kedvezőbb működési feltételek közé került társadalmunk. Viszonylagosan megnőtt a civil szervezetek mozgástere is. A tiltottból legalább túrtté vált a műszaki tudományos egyesületek szakmai fórumain és közgyűlésein a kritikus szakmai hangvétel, illetve az ország iránt megnövekedett és szakmai szinten is megnyilvánuló érdeklődés „fogadása”, a kapcsolatteremtés a nemzetközi szakmai szervezetekkel.

Mindezek kedvező hatása jól lemérhető a GTE taglétszámának, szakmai és területi szervezetei számának az 1956-ot megelőzőhöz képesti dinamikus növekedésén: 1949-ben 420 alapító tag, 1950-ben 1249, 1955-ben 1602, 1958-ban 2430, 1960-ban 3960, 1962-ben 8620, 1963-ban – lassul a növekedés – 9332 GTE-tag volt.

Az anyagvizsgáló szakbizottság 1957-ben kivált a technológiai szakosztályból és július 4-én, 30 fővel **a GTE önálló szakosztályává alakult**. Az alakuló ülés *Gillemot László* akadémikust elnökké, *Zorkóczy Béla* egyetemi tanárt alelnökké, *Réti Pált*, a csepeli anyagvizsgáló osztály vezetőjét titkárrá és *Kálmán Józsefet* jegyzővé választotta. Megalakultak a szakosztály szakbizottságai, nevezetesen:

- szinképelemző szakbizottság *Török Tibor* elnök és *Szakács Ottó* titkár vezetésével,
- a roncsolásmentes anyagvizsgáló szakbizottság *Konkoly Tibor* elnök és *Dobrova László* titkár irányításával,
- a mechanikai technológiai szakbizottság *Heeringer Józseffel* az élén,
- az anyagszerkezettani szakbizottság *Hegedűs Zoltán* vezetésével,
- a gépipari átvevő mérnökök és technikusok szakbizottsága *Makay György* vezetésével.

A szakbizottságokon belül, a témától és az érdeklődéstől függően, munkabizottságok, illetve szakcsoportok alakultak, ahogyan ezt az. I. táblázat szemlélteti.

I. táblázat

A GTE anyagvizsgáló szakosztály szakmai szervezetei 1957-től

Szakbizottság	Munkabizottság, szakcsoport
Szinképelemző (1957-)	– spektroszkópos (1957-) – spektrométeres (1957-), később optikai és röntgenspektrométeres – nemvezető anyagok (1960-) – atomabszorpció (1971-) – tömegspektrométeres (1971-) – elméleti spektroszkópia (1973-) – biológiai, munkaegészségügyi és környezetvédelmi (1977-) – spektrokémiai sugárforrások (1980-85) – infravörös spektroszkópia (1980-)
Roncsolásmentes anyagvizsgáló (1957-)	– radiológiai (1953-) – ultrahang (1960-) – felületvizsgáló (1976-)
Átvevő mérnökök és technikusok (1958-63)	1963-tól a GTE műszaki ellenőrzési szakosztályaként működik.
Mechanikai technológiai (1957-1971) Fémipari (1971-75) Fémipari és mechanikai, majd 1994-től egységes szakbizottságként	– tartós szilárdsági (1958-94) – anyagkifáradási (1961-94) – kontrakciós munka (1958-1962) – mélyhűzési (1961-64) – optikai feszültségvizsgáló (1964-) – törésmechanikai (1969-94) – üzemi laboratóriumi (1968-74)
Anyagszerkezettani (1958-)	1971-től a fémipari szakbizottságban
Feszültségvizsgáló (1970-)	– optikai feszültségvizsgáló (1964-) – feszültségmérő (1970-)
Nukleáris gépészeti (1972-77)	

Ez a szervezeti felépítés bevált, mert rugalmasságot biztosított, és az egyes szakbizottságokon belül szükség szerint új szak- vagy munkacsoportok alakulhattak, illetve szűnhettek meg.

A szakosztály tevékenysége és szerepe a tudományos közéletben

A GTE anyagvizsgáló szakosztályának **alapvető célja** megalakulásától mindmáig az, hogy társadalmi úton elősegítse

- a korszerű anyagvizsgáló módszerek hazai elterjedését;
- az új tudományos eredmények ipari alkalmazását a gyártmány-, a technológia- és a minőségfejlesztésben;
- a vizsgálati és az alapanyag-szabványok korszerűsítését, új szabványok kidolgozását, illetve a nemzetközi szabványok honosítását;
- az anyagvizsgáló szakemberek különböző szintű képzését és továbbképzését;
- a hazai gyártású anyagvizsgáló készülékek, berendezések gyártmányfejlesztését.

Céljai elérése érdekében a szakosztály rendszeresen szervez előadói üléseket, ankétokat, országos nagyrendezvényeket, tanfolyamokat és tapasztalatcseréket; együttműködik a hazai és a nemzetközi szervezetekkel, az anyagvizsgáló gépeket, berendezéseket és műszereket gyártókkal és forgalmazókkal; kezdeményez, illetve véleményez körvizsgálatokat, szabvány- és könyvkiadást, rendeleteket.

A szakosztály vezetősége (II. táblázat) a munkaprogram összeállításakor mindig figyelembe vette az ipari anyagvizsgálat időszzerű problémáit. Ehhez jelentős segítséget adtak az OMBKE-vel közösen megrendezett Anyagvizsgálók Országos Tanácskozása rendezvények, amelyekre meghívták az országos hatáskörű kormányzati és intézményi szervek képviselőit is, s amelyeken sokoldalúan elemezhetők az ipari anyagvizsgálat hazai helyzetét és az ebből fakadó feladatokat. E szakmai fórum álláspontját tükröző határozatok növelték a súlyát azoknak a szakosztályi előterjesztéseknek, amelyek hatósági intézkedéseket kívántak, és hozzájárultak a javaslatok elfogadásához. Vonatkozik ez elsősorban a szabványosítást és a szakképzést érintő kérdésekre.

A Magyar Szabványügyi Hivatal rendszeresen megküldte a szakosztálynak véleményezésre a szabványosítási tervek és szabványtervezeteket. Különösen a roncsolásmentes és a mechanikai vizsgálati szabványok kidolgozásához nyújtottak társadalmi segítséget.

A szakosztály jelentős feladatának tekintette az anyagvizsgáló szakemberek képzését és továbbképzését. Javaslatukra megvalósult az anyagvizsgáló szakmérnök-képzés. 1971/72-ben és 1981/82-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen összesen 50 mérnök kapott szakképesítést. Az 1992-re meghirdetett képzés viszont kellő számú jelentkező hiányában elmaradt. Ez összefüggött a gazdasági átalakulás átmeneti zavaival.

A szakosztály javaslatára időről időre módosították a roncsolásmentes vizsgálatokat végző személyzet képzését és továbbképzését szabályozó rendeleteket. Így sikerült elfogadható ütemben összhangban maradni a nemzetközi előírások megváltozásával.

A szakosztály a megalakulását követően **dinamikusan fejlődött**. Taglétszáma 1961-re mintegy 350-400 főre nőtt, és tartósan e körül maradt a 90-es évekig. Ám rendezvényeinek vonzása összességében a taglétszáma mintegy háromszorosára tehető. Ezt, egyrészt a rendszeresen megszervezett és színvonalas fórumainak köszönhetette, amelyeken hierarchikus kötöttségek nélkül cserélhetett véleményt a technikus és az egyetemi tanár, és amelyek egyrészt lehetőséget adtak

- az egyéni vizsgálati és kísérleti eredmények, tapasztalatok bemutatására és érdemi megvitatására;
- a külföldi eredmények megismerésére és megvitatására;
- a laboratóriumok közötti együttműködések kezdeményezésére, az összehangolt adatgyűjtések és körvizsgálatok értékelésére;
- a szakmát érintő általános problémák megoldására, egyeztetett javaslatok kidolgozására például a szabványosítás, a szakképzés és továbbképzés területén.

Másrészt, hozzájárult a tagok kötődéséhez az is, hogy az egyesület,

II. táblázat

A GTE anyagvizsgáló szakosztály vezetőségének tagjai 1957-től

Elnök	Társelnök	Titkár
Dr. Gillemot László (1957–69)	Dr. Zorkóczy Béla alelnök (1957–61)	Dr. Réti Pál (1957–69)
Dr. Réti Pál (1969–80)	Heeringer József (1969–73+)	Dr. Lehofer Kornél (1969–80)
	Dr. Konkoly Tibor (1969–75)	
	Dr. Török Tibor (1969–75)	
Dr. Lehofer Kornél (1980–85)	Dr. Czoboly Ernő (1975–85)	Dobrova László (1980–85+)
	Dr. Huszár István (1975–97)	
Dr. Czoboly Ernő (1985–94)	Dr. Karsai István (1985–94)	Dr. Kuty Ákos (1985–86)
	Dr. Zimmer Károly (1985–91+)	Szabó Sándor (1986–94)
Dr. Karsai István (1994–97)	Dr. Havas István (1994–97)	Csikós Gábor (1994–97)
		Dr. Tóth László techn. titkár (1994–97)

Tiszteletbeli vezetőségi tagok:

Barna Gábor, az ultrahang munkabizottság titkára (1975–), Dr. Gillemot László (1969–77+), Dr. Gegus Ernő, a szinképelemző szakbizottság vezetőségi tagja (1980–), Dr. Hegedűs Zoltán, az anyag-szerkezeti szakbizottság elnöke (1975–96+), Kálmán József, a vezetőség jegyzője (1980–91+), Dr. Konkoly Tibor, a roncsolásmentes szakbizottság és a radiológiai szakcsoport elnöke (1975–), Dr. Lehofer Kornél (1985–), Molnár Zoltán, a radiológiai szakcsoport és a szakosztály vezetőségi tagja (1975–80+), Dr. Réti Pál (1980–), Dr. Süle János, a tartós szilárdság munkabizottság elnöke (1975–), Dr. Török Tibor, a szinképelemző szakbizottság alapító elnöke (1980–).

Vezetőségi tagok:

Dr. Artinger István (1980–85), Ábrahám József (1982–90), Barna Gábor (1969–75), Balassai Imre (1985–94), Billes Ferenc (1990–94), Bodrogai József (1969–75), Dr. Borbás Lajos (1990–), Burayné dr. Mihályi Erika (1969–), Dr. Czoboly Ernő (1971–), Csikós Gábor (1994–), Csöke Antal (1975–80), Dobrova László (1969–85+), Domonkos Lajos (1980–85), Fenyvesi Ede (1969–82+), Fücsök Ferenc (1985–), Füle Endre (1969–71), Dr. Gegus Ernő (1969–75), Gócsa Károly (1990–94), Dr. Havas István (1971–), Heeringer József (1957–73+), Dr. Hegedűs Zoltán (1957–75), Dr. Heltai György (1985–90), Dr. Huszár István (1964–), Dr. Karsai István (1980–), Káldor Mártonné (1982–85), Kálmán József (1957–75), Dr. Kéthelyi József (1975–80), Dr. Konkoly Tibor (1957–75), Krasznai László (1980–85), Dr. Kuty Ákos (1985–94+), Dr. Lehofer Kornél (1958–), Lőrincz László (1985–94), Makay György (1957–63), Major András (1994–), Dr. Martényi Sándor (1969–71), Dr. Meszlényi Gábor (1990–94), Molnár Zoltán (1971–75), Dr. Ránky Miklós (1957–63+), Dr. Réti Pál (1957–), Dr. Pólos László (1980–94), Pintér László (1994–), Sinay Gábor (1969–75), Dr. Süle János (1957–75), Dr. Somoryi György (1994–), Szabó Sándor (1975–94), Tatár Enikő (1990–94), Dr. Tar József (1980–85), Dr. Thamm Frigyes (1971–), Dr. Tóth László (1982–), Dr. Török Tibor (1957–75), Dr. Vojnich Pál (1961–85), Dr. Záray Gyula (1980–94), Dr. Zimmer Károly (1961–91+), Dr. Zolnay Gábor (1980–94).

szakosztályi javaslatra, a megfelelő szakmai felkészültségű és nyelvet beszélő tagjainak erkölcsi és anyagi támogatást nyújtott külföldi, és nemcsak az ún. szocialista országokban rendezett konferenciákon, kiállításokon és tapasztalatcseréken való részvételéhez, illetve a nemzetközi szakmai szervezetekben az egyesület és a hazai szakma képviselőjéhez. Továbbá, a megfelelő felkészültségű tagok hivatalosan elfogadott szakértői igazolványt kaphattak. A szakmai közösség javaslatára tagjaink a kiváló műszaki tudományos, mérnöki és oktatói, illetve műszaki közéleti tevékenységük elismeréseként egyesületi és állami kitüntetésben részesülhettek.

A szakosztály nemzetközi kapcsolatai is – köszönhetően tagjainak sikeres külföldi szerepléseinek és a nemzetközi részvétellel megszervezett hazai anyagvizsgáló kongresszusok sikerének – eredményesen fejlődtek.

Az IIW – *International Institut of Welding* (Nemzetközi Hegesztési Intézet) munkájába a GTE 1963-ban kapcsolódott be. Az anyagvizsgáló szakosztály időszakonként az V. Hegesztett termékek minőségellenőrzése és minőségbiztosítása, a X. A hegesztett kötések tulajdonságai, a törések elkerülése és a XIII. Hegesztett elemek és szerkezetek fáradása témakörökkel foglalkozó bizottságokba delegált tagjai közül.

Az ICNDT – *International Council of Non-Destructive Testing* (Nemzetközi Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Tanács) munkájába 1970-ben kapcsolódott be a szakosztály roncsolásmentes anyagvizsgáló szakbizottsága. Ennek legfontosabb eredménye a hazai vizsgáló személyzet nemzetközi követelményekkel összhangban lévő képzése és továbbképzése. Ez lehetővé tette a radiológus R1 és R2, valamint az ultrahangos U1 és U2 képesítésű vizsgáló személyzet minősítésének kölcsönös elismerését 1983-tól az osztrák ÖGfZP, majd 1986-tól a német DGZfP szervezetekkel. Az osztrák szervezettel kötött kétoldalú szerződéskötésről és jelentőségéről a korabeli sajtó is beszámolt.

Az EGF – *European Group of Fracture*, mai nevén: ESIS – *European Structural Integrity Society* (Szerkezetek Épségét Vizsgálók Európai Társasága) munkájában 1983 óta vesz részt a szakosztály törésmechanikai szakcsoportja. A Társaság 7. nemzetközi konferenciáját a szakcsoport szervezte meg 1988-ban Budapesten.

A kísérleti mechanika, a feszültségvizsgálat művelőinek *Duna-Adria regionális együttműködésének* megszervezésében aktív szerepet vállalt a szakosztály feszültségvizsgáló szakbizottsága. Az osztrák, a jugoszláv (horvát) és a magyar (GTE) mérnökszervezetek képviselőiből alakult szervezőbizottság második, budapesti ülésén véglegesítette az I. Duna-Adria szimpózium megrendezését, amelyre 1984. október 15-17 között a jugoszláviai (horvátországi) Stubičke Toplice-n került sor. Azóta évente a régió más-más városában kerül megrendezésre ez a szimpózium. Szakbizottságunk 1986-ban Budapesten, 1991-ben Gödöllőn és 1995-ben Sopronban szervezte meg a szimpóziumot.

A szinképelemző szakbizottság elnöke és tagjai 1956 májusában kerültek kapcsolatba a CSI – *Colloquium Spectroscopicum Internationale* rendezvény nemzetközi szervezőbizottságával. Ennek eredményeként a szakbizottság egy-két tagja rendszeresen részt vett a CSI rendezvényeken, és az 1967-ben Debrecenben sorra került XIV. CSI-t szinképelemző szakbizottság szervezte meg nagy sikert aratva.

A felsorolt, szervezett nemzetközi kapcsolatokon kívül a szakosztály tagjainak részvétele külföldi konferenciákon, illetve a szakosztály külföldiek részvételével szervezett rendezvényei jó alkalmat jelentettek vendéglátók és tapasztalatcseré-küldöttségek kölcsönös meghívására. Gyakoribb volt az ilyen együttműködés a KGST-államok mérnökszervezeteivel. Például a Csehszlovák Spektroszkópos Társasággal szinképelemzési, az NDK KdT szervezettel törésmechanikai és roncsolásmentes vizsgálati, a lengyel SIMP és a bolgár szervezettel roncsolásmentes vizsgálati témákban voltak ilyen kapcsolatok. 1990 óta a nemzetközi kapcsolatok szervezése és megvalósítása a szakmai érdekesség és alkalmasság megléte esetén elsősorban a kapcsolattartás költségei fedezetének alapítványi, egyesületi előteremtésén múlik.

Mindent egybevetve, a **szakosztály** a rendszeres és vonzó szakmai programjaival és aktív tevékenységével már a hatvanas években – és 1982-től a GTE alapszabályában foglaltaknak megfelelően is – a vas-, fém- és gépipari **anyagvizgálat elismert társadalmi képviselőjévé** vált itthon és külföldön egyaránt. Ezt elősegítette a GTE-n belül szerveződött más, de az anyagvizgálat alkalmazásában érdekelt szakosztályokkal való rugalmas együttműködés és átjárhatóság lehetősége, mint például a hegesztési, a műanyag, a gépjármű, az energia- és vegyipar, a korróziós, a karbantartó, a minőségellenőrző szakosztályokkal. Ily módon a GTE anyagvizsgáló szakosztályának tevékenysége csaknem átfogta a szakterület egészét. Kivételt a textil, a fa és az építőanyagok vizsgálata jelentette, de ez utóbbit tekintve időről időre sor került előadói és tapasztalatcserés rendezvényre is.

A szakosztály rendezvények közös szervezésével jó kapcsolatokat alakított ki az OMBKE vaskohászati szakosztályának anyagvizsgáló szakcsoportjával, az MKE analitikai szakosztályával, az Eötvös Lőránd Fizikai Társaság anyagtudományi, fémfizikai szakcsoportjával valamint az egyetemekkel, főiskolákkal, a kutatóintézetekkel és az ipari anyagvizsgáló laboratóriumokkal.

Mindezen, a szakmai közösségünket összetartó és máig meglévő lehetőségek és kapcsolatok köre, szerepe és súlya természetesen a társadalmi és gazdasági viszonyaink alakulásától függően változott és változik. E tekintetben az 1990-es esztendő jelentős fordulatot hozott, mivel az Európai Unióval harmonizáló demokratikus és a szociális piacgazdaságon alapuló polgári társadalmi berendezkedés felé fordulás jelenősen megváltoztatta a civil szervezetek szakmai szerepvállalásának lehetőségeit és működésének feltételeit is.

Anyagvizsgálóink kutatási és fejlesztési tevékenysége

Az anyagtulajdonságok kutatása és az anyagvizsgáló módszerek és eszközfejlesztés szoros kölcsönhatásban vannak és így nem mindig választhatók el egymástól. Mégis, anyagvizsgálóink tevékenységének rövid áttekintése érdekében célszerűnek tartjuk, amennyire lehet, külön tárgyalni ezeket.

Az anyagvizsgáló eszközök fejlesztése hazánkban

Annak ellenére, hogy a hazai ipari anyagvizgálat szükségleteit mindmáig döntően külföldről vásárolt vizsgológépekkel, -berendezésekkel és műszerekkel elégítették ki, mégis, elsősorban a szabványostól eltérő vagy az új módszerek alkalmazásának igénye, vagy éppen a módszerfejlesztés, – nem beszélve az elmúlt évtizedekben a „kemény devizához” jutás nehézségeiből fakadó kényszerrel –, magával hozta a vizsgálóeszközök fejlesztését és egyedi kivitelben egy vagy néhány példányban, esetenként kis sorozatokban történő gyártását. Ez utóbbira a Trakis hordozható ipari röntgenkészülékeit, a BKI gammadekfoszkópjait, a Gamma Művek és az Izotóp Intézet nukleáris mérő- és vizsgálóműszereit, vagy a MOM-ban gyártott spektrofotométereket és derivatográfokat említhetjük példaként.

A módszerfejlesztéssel összefüggésben számos gépalkatásról, kiegészítő készülékek, mérőeszközök és -berendezések alkalmazásáról olvashatunk a már említett folyóiratokban.

A mechanikai vizsgológépek fejlesztése

A századforduló idején még nem létezett a mechanikai anyagvizgálatok ma ismert, szabványosított rendszere és ezért a gépfejlesztést a módszerfejlesztés igénye motiválta alapvetően. Ez készítette *Rejtő Sándort* és *Csonka Jánost* arra, hogy saját terveik alapján szakító- és nyomógépet, szövet és papír, illetve fonalak és elemi szálak vizsgálatához szakítógépeket készítsenek. Rejtő dolgozta ki a ma is szabványos hajtógató vizsgálat elvét és megtervezte a hajtógató készüléket. Rejtő volt az első anyagvizsgáló, aki a fémek képlékenységét ismételt hajtógatással a legegyszerűbb módon megállapította (Műszaki Nagyaink, 5. kötet, GTE, 1981. pp. 259-297.).

Közvetve érdemes megjegyezni, hogy a csepeli WM Fémöntőde és Hengerde üzemét az az *Abraham Erichsen* norvég mérnök vezette, aki a róla elnevezett mélyhúzási vizsgálatot és készüléket kidolgozta és bevezette 1915-ben Csepelen a sárgarézlemez ellenőrzéséhez (BKL 1996/4. p. 152.).

Egyoszlopos, mechanikus meghajtású és ingás erőmérővel felszerelt szakítógépet, valamint vonszolt mutató Charpy-féle ütőgépet az Anyagvizsgáló Készülékek Gyára is gyártott és forgalmazott (Gép 1961/8. p. 283. és Gép 1963/8. p. 327.).

A gyorsan fejlődő elektronika és számítástechnika előnyeit és lehetőségeit kihasználva számítógéppel irányított, rugalmasan programozható univerzális vizsgálógépet fejlesztettek ki a Vaskut hegesztési osztályának és a Bánki Donát Főiskola mechanikai technológia tanszékének munkatársai: *Czinege Imre, Kisfaludy Antal, Rittinger János* és *Sárosy György*. A $-50...+100$ kN terhelésű gép munkaterében szélsőséges, $-200...+700^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletterületek között végezhető szakító-, kúszás-, relaxációs és törésmechanikai vizsgálatok, kisciklusú fárasztás és mechanikai terheléssel is kombinálható hőfárasztás (Gép 1985/5. p. 166.). Továbbá, kifejlesztettek egy erő-út mérésre alkalmas keménységmérő célberendezést, amelynél a Zwick-gyártmánytól alapvetően eltérő vizsgálófejet alkalmaztak, amellyel lehetővé vált a Brinell-, a Vickers- és a Rockwell-féle mérés is. A berendezést számítógépes mérésadatgyűjtő és -értékelő egységgel látták el (Gép 1990/10. p. 367. és AL 1992/3. p. 73.).

Feszültség- és nyúlásmérő műszerek fejlesztése

A technológia, például a hegesztés hatására a szerkezeti elemekben visszamaradó feszültségek kimutatására *Szántó István* továbbfejlesztette a röntgendiffrakciós módszert és munkatársaival egy hordozható készüléket fejlesztettek ki röntgendetformográf néven (Gép 1959/2. p. 75.). A készüléket eredményesen használták hegesztett szerkezetek, például a hegesztett nyomástartó edények megfelelő hegesztési és feszültségmentesítő technológiájának kidolgozásához, illetve ellenőrzéséhez (Gép 1974/9. p. 338.).

A kvalitatív jellegű rétegbevonatos optikai feszültségvizsgáló módszert megfelelő fotoelasztikus tulajdonságú kétkomponensű műgyanta és felviteli technológia kidolgozásával mérési eljárássá fejlesztette *Zsáry Árpád* és *Borbás Lajos* (Gép 1985/11. p. 425., Gép 1986/9. p. 359.). A módszert és méréstechnikáját eredményesen használják nemcsak a terhelés alá helyezett gép- és szerkezeti elemek, hanem például a beépített protézisen keresztül terhelt csípőcsont-száron kialakult feszültségállapot meghatározásához is (AL 1996/3. p. 87.).

Gépek és szerkezetek terhelés hatására bekövetkező rugalmas alaktorzulásának, azaz a felszín elmozdulásmezejének helyszíni kiméréséhez hordozható holografiai interferométert fejlesztett ki *Füzessy Zoltán* munkatársai segítségével a BME Fizikai Intézetében (Gép 1985/5. p. 180.).

Az üregek belső felületéről panorámás holografikus interferometriai mérésekhez is felhasználható, új, központi leképezésnek is nevezett, síkra vetített hengerpalást perspektívát mutató képkalkító optikát szabadalmaztatott 1983-ban *Greguss Pál* professzor. Az angol neve után PAL-optikának emlegetett – Panoramic Annular Lens – megoldást NASA-díjjal ismerték el. A PAL-optika méréstechnikai alkalmazására számos megoldást dolgozott ki a feltaláló (AL 1993/3. p. 73.).

Ferromágneses acélalkatrészekben a külső terhelés hatására ébredő vagy a technológiai művelet után visszamaradó feszültségek meghatározásához Barkhausen-zaj mérésén alapuló módszer- és készülékfejlesztést végzett *Posgay György* (AL 1992/2. p. 57.).

A szerkezetek időben változó terhelésének tíz előválasztott feszültség-szintje gyakoriságának az ún. szintkeresztezés számolási elv szerinti meghatározására fejlesztették ki a Hísztométer műszert *Rudnai Guidó* és munkatársai (Mérés és Automatika 1964/8. p. 250.).

Az anyagszerkezet-vizsgáló eszközök fejlesztése

A metallográfiai vizsgálatok nemzetközileg is ismert egyik hazai úttörője, *Rejtő Sándor* saját fejlesztésű fémmikroszkópot használt, ame-

lyet az osztrák Reichert céggel készíttetett el az 1890-es évek elején. A Rejtő-féle mikroszkópok több évtizeden keresztül szolgálták a hazai és a külföldi laboratóriumokat (Műszaki Nagyjaink, 5. kötet, pp. 259-297.).

Fémek és fémötvözetek elektrokémiai mikropolírozása technológiai jellemzőiről és a módszer roncsolásmentes metallográfiai alkalmazásairól, valamint a hordozható Metalloscop Intactor készülék kifejlesztéséről adtak számot *Boda Béla* és *Hegedűs Zoltán* (Gép 1953/8. p. 376), *Fuchs Erik* és *Kisfaludy Antal* (Gép 1957/6. p. 223., Gép 1967/5. p. 191.).

A kvantitatív metallográfiai vizsgálatok hazai eszközigényének kielégítésére *Verő Balázs* és munkatársai az 1960-as évek végén a Vaskutban kifejlesztették a fémmikroszkóphoz csatlakoztatható videokamerás képelemző készüléket, amelyet Vidimet néven forgalmaztak.

A vas- és fémötvözetek felhasználás előtti, a jellemző ötvözőelemek mennyiségi becslése alapján történő gyors ellenőrzésének korábban kizárólagos, de manapság is eredményesen használt eszköze a spektroszkóp. A hazai fejlesztésű *Török-Barabás-féle* készülékek is szép számmal kerültek forgalomba (Gép 1955/4. p. 128., Gép 1964/6. p. 230.). A színképelemzés hazai műszereiről a Gép 1974/7. p. 260. ad áttekintést.

Roncsolásmentes vizsgálókészülékek fejlesztése

Az 1930-as évektől két-három évtizeden át a röntgenvizsgálat volt a hegesztési varratok meghatározó ellenőrzési módszere. Különösen a II. világháború utáni újjáépítés és az új ipari beruházások igényelték a hordozható ipari röntgenkészülékeket. A hazai gyártást – amint már említettük – a radiológiai munkabizottság is szorgalmazta. A Röntgen és Orvosi Készülékek Gyára piacra is hozta a Mobil típuscsaládot (Gép 1954/10. p. 461.), majd a Trakis szövetkezet jelentkezett a Lilliput készülékcsaláddal (Gép 1956/4. p. 149.), 1968-tól a hordozható Rollix körsugárzó készülékekkel (Gép 1969/11. 430.). A cég jelenleg az MXR vonalsugárzó és a XKR körsugárzó röntgenkészülék-családot gyártja. A GTE radiológiai szakcsoportja rendszeresen visszacsatolta a készülékek alkalmazásával szerzett tapasztalatokat.

A radioaktív izotópok radiográfiai alkalmazásához megfelelő sugárvédelmet nyújtó, hordozható tartókra, defektoszkópokra volt szükség. Az első erőművi alkalmazáshoz a debreceni Kísérleti Fizikai Intézet készített ilyen eszközt (Gép 1956/7. p. 271.). Ez idő tájt a Csepel Művek izotóplaboratóriumában, majd az 1960-as évek végén az MTA Izotóp Intézetében *Hirling József* és munkatársai (Csepelen *Fenyvesi Ede*, az Izotóp Intézetben *Sipos Tamás, Fekete Zoltán*) terveztek és gyártottak korlátozott darabszámban tartókat és defektoszkópokat. A Bányászati Kutatóintézetben kifejlesztett, a sugárforrást mechanikus kézi vezérléssel működtető TÁK típusú gammadefektoszkópokat kisebb sorozatokban gyártották, és a hazai radiológiai laboratóriumok többségében használták.

A hazai földgáz- és kőolajvezeték-építés időszakában az MTA Izotóp Intézet technológiai osztályán a már említett szakemberek csöben járó, külső sugárforrásparancsra működésbe hozható, automatizált gammadefektoszkópokat fejlesztettek ki. Ezek az alkalmazási tulajdonságaikat tekintve lényegében egyenértékűek voltak a külföldről beszerezhetőekkel.

A statikus, majd a dinamikus neutron- és gammadiagnosztika együttes ipari alkalmazásának módszerfejlesztését és a berendezések, műszerek és eszközök rendszerbe szervezését eredményesen végzik mindmáig *Balaskó Márton* és munkatársai a Központi Fizikai Kutató Intézetben KFKI, (AL 1994/2. p. 35., AL 1997/1-2. p. 34.).

A hazai atomerőmű építésével összefüggésben az 1970-es évek második felétől az akusztikus emissziós vizsgálatok terén eredményes módszer- és berendezésfejlesztést végeztek a KFKI-ban *Pellionisz Péter* és munkatársai, akik berendezéseket rendszeresen alkalmaznak a reaktortartályok, a kőolajfeldolgozó berendezések és más nyomástartó edények állapotellenőrzéséhez, (Gép 1988/9. p. 335., AL 1991/2. p. 47., AL 1991/3. p. 79., AL 1992/1. p. 19., AL 1996/1. p. 23., AL 1997/1-2. p. 29.).

Az örvényáramos elven vizsgáló készülékek kezdetben világszerte, így hazánkban is elsősorban kvalitatív vizsgálati eredményeket szolgáltattak. A Fok-Gyerm szövetkezet a 60-as években Steelsorter néven for-

galmazott egy kézi kiszolgálású készüléket, amely az azonos alakú és méretű, előírt összetételű és hőkezelési állapotú kohászati termékek vagy alkatrészek ellenőrzésére és az előírtól eltérő darabok kiszűrésére volt alkalmas.

Az elektronika és a számítástechnika fejlődésének eredményeként az örvényáramos készülékek fejlődése felgyorsult. Hazánkban a KFKI-ban *Tóth Ferenc* és munkatársai végeznek mindmáig eredményes fejlesztést az örvényáramos és a szórt mágneses elven működő készülékek terén (AL 1995/1. p. 11, AL 1997/1-2. p. 39.).

A különféle vizsgálati feladatokhoz örvényáramos szondákat és vizsgálati technológiákat fejlesztenek az AGMI Rt. laboratóriumában (AL 1995/2-3. p. 71. és p. 77., AL 1997/1-2. p. 25.).

Egyszerű, hozzáférhető kézzel sokcélúan használható, tapintó szondás örvényáramú készüléket fejlesztett ki és forgalmaz MHK-4, majd MHK-6 jelzéssel a Testor BT. (AL 1991/2. p. 42., AL 1995/2-3. p. 68. AL 1994/2. p. 93.).

Magnetoinduktív elven működő rétegvastagság-mérő kéziműszereket fejlesztett ki *Posgay György* (AL 1992/4. p. 107.).

A zárt radioaktív izotóp vagy neutron sugárforrással működő, hordozható vagy a technológiai sorba beépíthető, nukleáris mérőműszerek, mérő- és szabályzó rendszerek fejlesztése terén az Izotóp Intézetben *Rózsa Sándor* és munkatársai végeztek – és végeznek még ma is *Husztli József* vezetésével – eredményes fejlesztést és egyedi vagy kis darabszámú sorozatgyártást. A szint-, a vastagság-, a bevonatvastagság-, a sűrűség- és nedvességmérő műszerek kohászati alkalmazásáról a BKL-Öntőde (1974/2. p. 43.) tudósított, összefoglalóan pedig *Rózsa Sándor*: Nukleáris mérések az iparban (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.) című könyvében olvashatnak az érdeklődők.

Az anyagtulajdonságok kutatása és vizsgálata hazánkban

Törés, fáradás, kúszás

A gépek és szerkezetek biztonságos működését a szilárdsági méretezés szempontjából meghatározó mechanikai anyagjellemzők kutatása 1950 táján került – igaz nem előzmények nélkül – előtérbe hazánkban. Ez összefüggött azzal a felfokozódott társadalmi igénnyel, amelyet akkor az iparosítás, a híd- és erőműépítés programja, majd a hegesztett szerkezetek mind szélesebb körű elterjedése, illetve a járműprogram támasztott.

E rövid, inkább csak jelzésszerű áttekintés célja elősegíteni a hazai eredménymozaikok képpéformálását.

Az **energia-kritérium** érvényesítése fémek ridegedésének, törésének jellemzésében ma is eredményesen művelt irányzat. Ennek szellemi központja a BME Mechanikai Technológiai Tanszék. Az irányzat szellemi előfutára a tanszékalapító *Rejtő Sándor* volt, aki már 1891-ben munka-jellegű mérőszámot használt és a világon először jellemezte az anyagok szívósságát fajlagos munkával. Az 1915-ben kiadott, *Az elméleti*

mechanikai technológia alapelvei és a fémek technológiája című könyvében a mechanikai tulajdonságok, köztük az egyenletes nyúlás határáig elnyelt térfogategységre vonatkoztatott munka (szívósság) már az acél összetételének a függvényében szerepel (2. ábra).

Végül is a Rejtő-gondolatot felhasználva az irányzat tudományos megalapozója *Gillemot László* volt, aki 1958-ban, többek között az I. anyagvizsgáló kongresszusunkon fejtette ki a térfogategységre vonatkoztatott fajlagos törési munka fogalmát és szakítóvizsgálattal történő meghatározásának egyszerű módszerét – amely azóta szabványosított eljárás lett –, amelynek lényege: meg kell határozni, sima hengeres próbatestet vizsgálva, a valódi feszültség – valódi nyúlás szakítódíagram alatti területet. (Gép 1958/7-9. p. 237.).

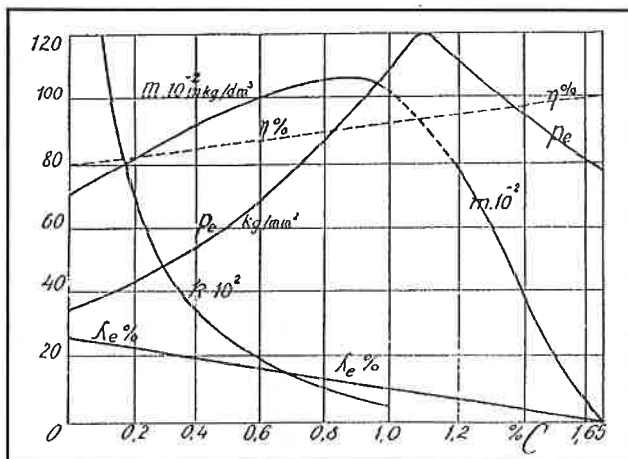
Továbbá, bemutatta a törési munkának, mint anyagjellemzőnek a főbb sajátosságait, nevezetesen:

- értéke független a deformációt létrehozó terhelés módjától;
- értéke azonos valamely fém egykristályán illetve polikristályos mintáján mérve, azaz ilyen értelemben szerkezetérzékenlen mérőszám. Ezt később *Gillemot Ferenc* neutronsugárzásnak is kitétt minták összehasonlító vizsgálatával igazolta (Gép 1978/1. p. 12.).

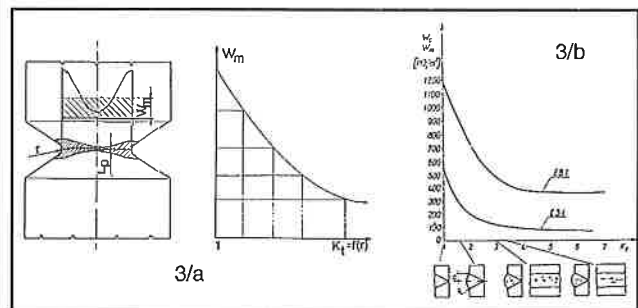
Gillemot László és munkatársainak illetve követőinek e témakörben elért eredményei jól követhetők a Gép folyóiratban és kongresszusaink kiadványaiban is.

Mivel a fajlagos törési munka érzékeny valamely ötvözet hőkezelése vagy hegesztése közben bekövetkező szövetszerkezet-változására, ezért a technológiai paraméterek függvényében vizsgálva az optimális felhasználási tulajdonságokat biztosító technológiai változat megbízhatóan megállapítható. Ezt a módszert sikeresen alkalmazták többek között *Artinger István* és munkatársai szerkezeti acélok és megalakító szerszámacélok hőkezelési technológiájának, míg *Konkoly Tibor* és munkatársai a CO₂ védőgázos hegesztési technológia optimalizálásához (pl.: BKL-K 1970/4. p. 159., Gép 1974/6. p. 210., és Gép 1976/12. p. 446.).

Gillemot László és *Havas István* kísérletei szerint kisciklusú fáradásra való méretezésnél döntő fontosságú az a tény, hogy a terjedő repedés megjelenéséig elnyelt munka mindig azonos az anyagra jellemző fajlagos törési munkával. (Gép 1967/9. p. 360.). Vagyis, a kisciklusú fáradással szemben az az anyag az ellenállóbb, amelynek nagyobb a törési munkája. Ezt a szempontot kell érvényesíteni a hegesztő hozaganyag megválasztásánál is, figyelembe véve azt a hatást is, melyet az egyes hegesztési hibák feszültségűjtő hatásuknál fogva okoznak. Ez a hatás a bemetszett próbatesteken mérhető, ún. átlagos törési munkával érzékenyen követhető (3. ábra). – mutatott rá *Gillemot László*, (Gép 1961/11. p. 403. és Gép 1976/12. p. 433.).



2. ábra A Rejtő-féle m szívósság változása a vas széntartalmának függvényében

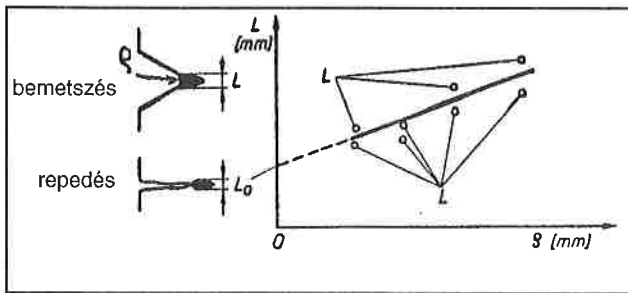


3. ábra a.) Az átlagos törési munka értelmezése
b.) A bázikus EB1 és az ércsavas ES1 elektródákkal hegesztett ömledék értékelése a fajlagos törési munkával.

Ezek a felismerések ráirányították a figyelmet a törésmechanikai anyagjellemzők vizsgálatának szerepére a hegesztett szerkezetek alap- és hozaganyagainak fejlesztésében, pl. a mikroötvözők szívósságra gyakorolt hatásának tanulmányozásához, illetve ezen anyagok hegesztett szerkezetek céljára történő helyes kiválasztásához. E téren az NME mechanikai technológiai tanszéken *Romvári Pál* (pl.: Gép 1968/4. p.

121.) és munkatársai, a Vaskutban *Fehérvári Attila, Rittinger János*, (pl.: Gép 1972/1. p. 9., Gép 1976/7. p. 267.) a Fémkutban *Buray Zoltán, Mihályi Erika* (pl.: Gép 1979/4. p. 141., Gép 1988/6. p. 202.) és munkatársaik indítottak további kutatásokat, melyek eredményei megalapozták az ez irányú hazai szabványosítást és a törésmechanika alkalmazását hegesztett szerkezetek méretezéséhez illetve ellenőrzéséhez.

A fémes szerkezeti anyagok törésmechanikai jellemzőinek meghatározása, az anyag szilárdságától és szívósságától függően, munka-, próbatest- és vizsgálógép-igényes feladat. Ebből a szempontból is jelentős *Havas István* és *Czoboly Ernő* kísérleti eredménye, miszerint a törésmechanikai jellemzők a W_c fajlagos törési munkából meghatározhatók (Gép 1980/10. p. 372.). A 4. ábra *Czoboly* és *Radon* módszerét szemlélteti (Int. Conf. on Mechanical Behaviour of Materials, Kyoto, 1971), amellyel a különböző élességgel bemetszett hengeres próbatestek szakítóvizsgálatával a nulla sugarú bemetszés, azaz a repedés élénél képződő képlékeny zóna L_0 mérete meghatározható és ezzel, például a J-integrál J_c kritikus értéke a $J_c = L_0 \cdot W_c$ összefüggéssel számítható. A módszer kisméretű próbatestekkel is alkalmazható, amelynek előnyei nyilvánvalóak, különösen az atomerőművi reaktortartályok anyagának üzem közbeni ellenőrzésénél (Gép 1979/7. p. 244.).



4. ábra *Czoboly-Radon*-módszer a repedés élénél képződő képlékeny zóna L_0 méretének meghatározására

Gillemot Ferenc kimutatta, hogy a fáradásra igénybe vett anyagban a repedés terjedési sebessége fordítva arányos az $(R_{el} \cdot W_c)$ paraméterrel, azaz az anyag folyáshatárának és törési munkájának szorzatával (Gép 1980/9. p. 333.).

Végül is, a fajlagos törési munka, mint anyagjellemző a kritikus repedésméret és a repedésterjedés törésmechanikai leírásában jutott fontos szerephez. Mindez jól lemérhető az anyagvizsgáló kongresszusainkon, az országos törésmechanikai szemináriumainkon, valamint *A fajlagos törési munka és az alakváltozási energia sűrűségi kritériuma* című nemzetközi szimpóziumon elhangzottakon, mely utóbbit *Gillemot László* akadémikus emlékére szervezett az IFC – Int. Cong. of Fracture Magyar Nemzeti Bizottsága és a Lehigh University (USA) Törési és Szilárdságtan Intézete 1980. szeptember 17–19-én az Akadémia budapesti székházában.

Fémek dinamikus törési szívósságának meghatározására javasolta *G. Charpy* az ütvehajlító vizsgálatot 1901-ben éppen Budapesten. Ezzel összefüggésben *Bartel János* kísérleteit kell kiemelnünk, amelyek eredményeit *A bemetszett rudak hajlító ütőpróbája* címen publikálta az Anyagvizsgálók Közlönyében (AK 1915/1. és 2. pp. 3-52.). Az ütővizsgálat hazai alkalmazásának rövid történetét a Tetmajer-emlékülésen *Tóth László* foglalta össze előadásában (AL 1996/1. p. 37.), a hazai tapasztalatokat és eredményeket pedig az V. törésmechanikai szemináriumunkon tekintettük át (V. Törmech előadásai, ME. 1955. pp. 221-265.). Műszerezett ütővizsgálatokat alkalmazott *Ziaja György* a lágyacélok alakítási öregedésének tanulmányozására (BKL-K 1996/8. p. 341.), *Konkoly Tibor* a többretegű hegesztési ömledékek vizsgálatához (Gép 1968/10. p. 401.), *Rittinger János, Fehérvári Attila* és munkatársaik a dinamikus törésmechanikai anyagjellemzők meghatározásához (BKL-K 1971/7. p. 273., Gép 1982/5. p. 191., Gép 1982/10. p. 393), *Gillemot*

Ferenc és munkatársai a sugárkárosodási és öregedési folyamatok vizsgálatához, *Romvári Pál, Tóth László, Lenkeyné Bíró Gyöngyvér* ugyan csak törésmechanikai jellemzők meghatározásához és a törési folyamat tanulmányozásához, illetve új, mágneses és elektro-emissziós mérés technikák honosításához (Gép 1975/7. p. 245., Gép 1976/12. p. 442., AL 1996/1. p. 16.).

Az *anyagkifáradás jelenségével*, gépszerkesztési és gyártási következményeivel a hazai kutatók az 1920-as évektől foglalkoznak behatóbban. A kifáradás mibenlétéről *Vér Tibor* (AK 1928/p. 237.), a szerkezeti elemek, a bemetszett rudak és szegecselt kötések fáradásbírásáról *Gállik István* (AK 1940/1. p. 1.), a kifáradásra igénybe vett gépelemek gépszerkesztési és gyártási sajátosságairól *Vietóricz József* (AK 1941/2. p. 45.) írt tanulmányt, *Thoma Albert* pedig a vasúti kocsi tengelyek fárasztóvizsgálatáról számolt be (AK 1940/p. 121.).

A nagyobb hazai laboratóriumok a 30-as évektől kezdve berendezkedtek a fárasztóvizsgálatokra is, és fokozatosan felhalmozódtak a statisztikusan is értékelhető adatok. A gyakorlatban bekövetkező alkatrésztörések részletes anyagvizsgálata számos hasznosítható tanulságot szolgáltatott (pl.: Gép 1961/5. p. 188.).

Az ötvenes évek végén meghonosodott, majd általános gyakorlattá vált az anyagkifáradás jelenségének és vizsgálati eredményeinek statisztikus és valószínűség-elméleti kezelése (pl.: Gép 1965/4. p. 149., Gép 1966/4. p. 139., Gép 1967/9. p. 393.). *Gillemot László* és munkatársai kísérletekkel tisztázták a fáradásbírás lépcsős terheléssel való meghatározását és az eredmény szórását befolyásoló hatásokat (Gép 1966/8. p. 289., Gép 1967/9. p. 388.). Ezt is figyelembe véve *Gillemot* tanulmányt közölt a kifáradásra való méretezésről (Gép 1967/9. p. 360.). Mindezek megalapozták azokat a kutatásokat, amelyeket a hazai autóbussz- és egyéb haszonjárműgyártás műszaki tudományos hátteréül szolgálnak napjainkban is. A vállalatokkal együttműködve a BME-n *Rudnai Guidó, Michelberger Pál* és munkatársaik, valamint az Autóipari Kutatóintézetben *Matolcsy Mátyás* és munkatársai kutatásokat kezdeményeztek. Tisztázták a járműszerkezetek terhelésanalízisének mérés-technikai és módszertani kérdéseit. Az üzemi hasznos és az extrém terhelésekből, valamint a gyártásból származó feszültségek eloszlásfüggvényeinek meghatározásában, a járműszerkezet viselkedését leíró dinamikus, több szabadságfokú modell-rendszerek és az élettartamra történő méretezési módszerek fárasztó vizsgálatokkal is alátámasztott fejlesztésében értek el nemzetközileg, a FISITA fórumain is elismert eredményeket (pl.: Gép 1967/9. p. 379., Járművek és Mezőgazd. Gépek 1970/3. p. 88., Gép 1971/8. p. 307., Gép 1971/11. p. 429., Gép 1975/12. p. 448., Gép 1979/1. p. 32. és Gép 1983/9. p. 337.).

Mind a törésmechanika, mind a fáradás kérdéseivel foglalkozó kutatóink – elsősorban a BME és a ME mechanikai technológia tanszékeken – behatóan foglalkoztak az előfárasztással berepesztett próbatestek vizsgálatával, mérve a statikus vagy a fárasztó igénybevétel hatására terjedő repedés sebességét a feszültségintenzitási tényező vagy annak megváltozása függvényében. Az eredményekre általában a *Paris-féle* kétparaméteres hatványfüggvényt illetve statisztikai módszerekkel elemezték egyrészt a mérési módszerek megbízhatóságát, másrészt a különféle anyag- és technológia változatok ellenállását a repedésterjedéssel szemben (pl.: Gép 1990/10. p. 361., Gép 1987/7. p. 247., AL 1991/3. p. 81., AL 1995/4. p. 120.).

A kérdés általános kezelése szempontjából fontos megállapításra jutott *Romvári Pál, Tóth László* és *Nagy Gyula*, miszerint a Paris-Erdogan-egyenlet két paramétere között szoros korreláció van, amely alapvető anyagszerkezeti okok miatt az egyes ötvözetcsoportokon belül azonos és független a hőmérséklettől, illetve fárasztás esetén az igénybevétel aszimmetria tényezőjétől is, továbbá hogy a hatványkitevő és az anyag W_c törési munkája között ugyancsak szoros korreláció van. A vizsgált ötvözetcsoportok a következők voltak: a diszperz karbidokkal keményített ferrites acélok, a nemesített alumínium-ötvözetek és a titán-ötvözetek, (8th Congr. on Material Testing, Budapest, 1982. Vol. I. p. 372., Gép 1981/8. p. 281., Gép 1980/9. p. 325.). A ferrites acélokra kapott kor-

relációs egyenlet paramétereit *Lehofer Kornél* összevetette az orosz G.A. Tuljakov eredményeivel, amelyeket egy melegszilárd ferrites acélon kúszó és kisciklusú fárasztó igénybevételek alkalmazásával mértek a repedés terjedési sebességére (KGST 22,06 K bizottságához 1989-ben benyújtott Tuljakov-tanulmány); megállapította, hogy a Tuljakov-adatokból számított korreláció azonos a Tóth-Nagy-félelével, (*Lehofer* előadása a 4. Törmech. szemináriumon.).

A *Paris-Erdogan-egyenlet* két paraméterének hőmérsékletfüggését *Schuchtár Endre* határozta meg melegalakító szerszámacélok izotermikus fárasztóvizsgálatával (Gép 1987/10. p. 375.).

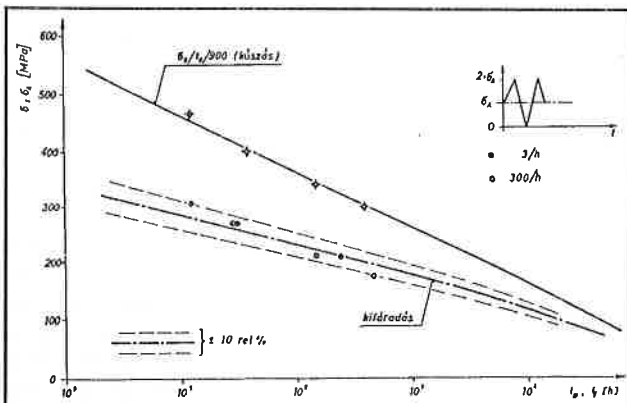
A fáradt repedés terjedési sebességének leírására összefüggést vezetett le *Tóth László* a károsodási folyamat mikroszkopikus és a terhelhetőség törésmechanikai jellemzésével (Gép 1981/7. p. 257.).

Matolcsy Máttyás a fáradásra igénybe vett szerkezetekben az igénybevétel hatására terjedő repedés sebességére javasolt egy általánosan kezelhető függvényt (Akadémiai doktori értekezés 1977.). Alkalmazását a merevített lemezszerkezetekre és tengelyszerű alkatrészekre a Gép 1975/12. p. 448. és Gép 1977/6. p. 201. oldalain publikálta.

A **kúszás** jelenségéről *Vér Tibor* irt terjedelmes tanulmányt az Anyagvizsgálók Közlönyében *Szerkezeti vasanyagok viselkedése magasabb hőmérsékleten állandó statikus terhelések alatt* címmel (AK 1931/pp. 179–220.). A kúszási tulajdonságok vizsgálata iránti igény ekkor még csekély volt, hiszen az 1930-ban Bánhidán üzembe helyezett korszerű erőmű kazánja 28,5 bar nyomású és 390°C hőmérsékletű gőzt termelt. A vizsgálati igény a II. világháborút követő erőműépítési programmal együtt nőtt meg. A hazai laboratóriumok is ekkor rendezkedtek be a kúszásvizsgálatokra. A vizsgálati tapasztalatok megvitatására a GTE keretében, *Süle János* vezetésével 1958-ban munkabizottság alakult. *Süle János* 1964-ben megjelent *Acélok tulajdonságai és vizsgálataik nagy hőmérsékleten* című könyvében színvonalas irodalmi áttekintést adott a témakörrel.

A maradék élettartam kérdése vizsgálati igényvel először 1962-ben merült fel, amikor a Csepeli Erőmű kazánjai meghaladták a százezer üzemórát. A 110 ezer üzemóra után felszakadt, illetve épen kivett túlhevítőcsövek és azok újráhozkezelte mintáinak részletes összehasonlító mechanikai és fémtani vizsgálatait *Lehofer Kornél* végezte el, aki ennek eredményeit is felhasználva a kúszási tulajdonságok leírására új, fémfizikailag megalapozott összefüggéseket vezetett le és új adatfeldolgozási és extrapolációs módszert dolgozott ki. (Gép 1966/4. p. 133., Gép 1969/11. p. 449.).

Kímította, hogy a megújulással végbemenő kúszás állandósult sebességére érvényes összefüggéssel egységesen leírható a kúszás, a nagy- és kisciklusú kifáradás és a relaxáció. Az így kapott összefüggésekkel az igénybevételtől és az anyag szerkezetétől függő élettartamok közvetlen kiszámíthatók, mivel a kúszási adatok statisztikus feldolgozásával az egyes ötvözetcsoportokra érvényes – az összefüggések

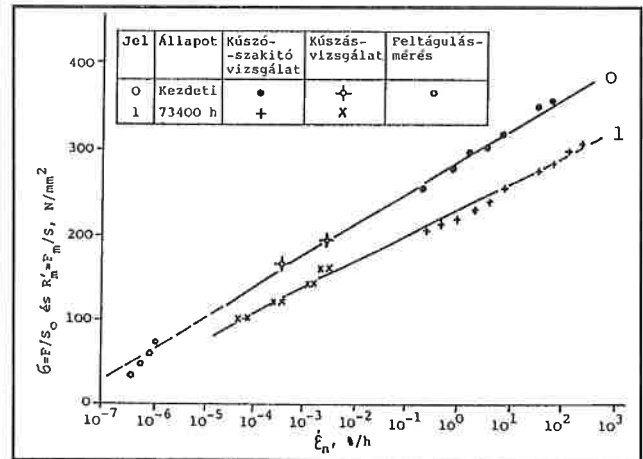


5. ábra A MarM246 Ni-bázisú szuperötvözet 900°C-on mért* kifáradási élettartamok összehasonlítása a *Lehofer*-módszerrel számított élettartamokkal.

*Harrison, G.F. – Tilly, G.P.: Int. Conf. on Creep..., Sheffield, 1974. C1222/73.

ben szereplő – állandók ismertek. A módszerrel közvetlenül számított értékek jól megegyeznek a mért élettartamokkal. Erre mutat példát az 5. ábra. Végül is, a növelt hőmérsékleten működő szerkezeti elemek maradék élettartamának kielégítő pontosságú becslésére számítási és vizsgálati módszerekből álló rendszert dolgozott ki (Gép 1972/9. p. 327., Gép 1977/3. p. 100., Gép 1986/9. p. 337.).

Az Erőkar anyagvizsgáló laboratóriumában *Süle János* és munkatársai vizsgálati rendszert dolgoztak ki és 1965 óta alkalmazzák a hőerőművekbe beépített szerkezeti anyagok élettartam-kimerülésének ellenőrzésére. Ennek lényeges elemei a friss gőzvezeték, vagy az oda beépített mesterdarabon a feltágulás mérése, az üzem közben meghibásodott, illetve a mesterdarabokból kivett csőminták összehasonlító mechanikai és fémtani vizsgálata, a helyszíni metallográfiai vizsgálat az ún. replika módszerrel a kristályhatár menti üregképződés károsodásra jellemző mértékének a meghatározására (AL 1993/2. p. 51.). Mind a kúszási, mind a maradék élettartam meghatározása szempontjából jól alkalmazható módszer a 200-300 óra alatt elvégezhető kúszószakító vizsgálatosorozat. Ezt támasztják alá az összehasonlító kúszási, kúszószakítási vizsgálatok és a feltágulásmérések, mivel, az elmélettel összhangban, ezek az adatok a feszültség – logaritmus kúszássebesség koordináta-rendszerben egyetlen egyenessel leírhatók (6. ábra). Az élettartam-kimerülés párhuzamos eltolódásban jut kifejezésre, amelynek mértékéből a maradék élettartam számítható (Gép 1986/9. p. 337.).



6. ábra Az 540°C-on a 12HIMF minőségű ferrites melegszilárd acéllal végzett kúszószakító, kúszásvizsgálat és az üzemi feltágulás mérések összehasonlító értékelése

(*Lehofer, K. – Mucsy, E. – Horváth, J. – Gubicza, P.*: Proc. 9th Congr. on Material Testing, Budapest, 1986. Vol. 1.)

A szerkezetek élettartamának meghosszabbítása szempontjából hasznosítható eredményekre jutott *Ginsztler János* a meghatározott üzemidő után már jelentkező anyag szerkezeti károsodást megszüntető hőkezelési módszerek kutatásában (Gép 1986/9. p. 334.).

A világmárka Tungstam izzólámpa gyártását a volframspirál élettartamát befolyásoló, diffúziós kúszással kombinált összetett hatások kutatása támasztotta alá a Műszaki Fizikai Kutatóintézetben. Eredményeiről anyagvizsgáló kongresszusainkon számoltak be, például a 9.-en *Horáček Ottó* (9th Congr. on Material Testing, I. vol. p. 227.)

Fémek alakíthatóságának vizsgálata

A szabványos technológiai próbaként ma is használt *Rejtő-féle* hajtógató vagy az *Erichsen-féle* mélyhúzási próba ún. „sorba rakó” módszerek, mivel mérőszámaikkal nem lehet technológiai műveleteket tervezni. Már *Rejtő* elemzés tárgyává tette a valódi feszültség – valódi nyúlás diagramot, és foglalkozott a maradék alakváltozások mechanikájával. *Reuss Endre* tanulmányozta a hidegalakítás hatását az acél folyási határára (AK 1932/p. 238.).

Az 1960-as évektől a lemezek hidegalakíthatóságát szakítóvizsgálattal ellenőrzik, meghatározva a valódi feszültség – valódi nyúlás diag-

ramból a keményedési kitevőt, illetve a kereszt- és hosszirányú valódi nyúlásokból a lemez elvékonyodási hajlamát mérő *Lankford-számot*.

E mérőszámok vizsgálatával a Vaskutban *Tóth János*, *Verő Balázs* és munkatársaik a jó minőségű, mélyhúzóható acéllemez gyártástechnológiájának fejlesztését szolgáló kutatásokat végeztek (Gép 1971/5. p. 187., BKL-L 1976/6. p. 145., BKL-K 1977/6. p. 241.).

Az alakítással való alkatrészgyártás tervezéséhez szükséges alakítási határállapotok meghatározására irányuló eredményes kutatásokat végeztek a BME mechanikai technológia tanszéken *Ziaja György* és munkatársai (pl.: AL 1991/1. p. 17., AL 1992/3. p. 89., AL 1996/2. p. 56., AL 1996/3. p. 73., BKL-K 1979/1. p. 18.).

Kvantitatív metallográfia

A mechanikai tulajdonságok kutatását természetesen átszövi az anyagszerkezet és a tulajdonságok közötti összefüggések kutatása. Ehhez szükség van a korszerű, az anyagszerkezetet számszerűen is leíró fémtani vizsgálatokra. Az elektronika és a számítástechnika lehetőségeit hasznosítva a kvantitatív metallográfiai módszerek és eszközök fejlesztése a 70-es évektől új lendületet kapott. Többek között *Réti Tamás* és a vele együttműködő kutatók értek el jól használható eredményeket a szövetszerkezet leírására alkalmas matematikai módszerek kidolgozása, a digitalizált szövelképek számítógépes modellezése és kvantitatív jellemzése terén (BKL-K 1975/8. p. 340., BKL-K 1979/9. p. 395., BKL-K 1980/8. p. 351.).

Roncsolásmentes vizsgálati módszerek

Mihelyt ismertté vált *Röntgen* felfedezése *Eötvös József* azonnal megismételtette a *Röntgen-féle* kísérleteket, amelyről a Természet-tudományi Közlöny 1896 januári számában *Wartha Vince* számolt be. Ám, míg az orvosi gyakorlatban a radiográfia gyorsan szerepet kapott, addig a széles körű ipari alkalmazás műszaki feltételei csak az 1920-as években teljesültek – például a mindkét oldalán emulziós film: Agfa, 1922, a kifejezetten ipari röntgenkészülék: Rich. Seifert & Co., 1928. –, de az igazi áttörés a 40-es években következett be.

Pogány Béla tanulmánya a röntgenfény anyagvizsgálati célú felhasználásáról 1928-ban jelent meg az Anyagvizsgálók Közlönyében (AK 1928/pp. 221-236. és AK 1929/1. pp. 3-30.), majd *Worschitz Frigyes* írt tanulmányt a faanyagok röntgenvizsgálatáról (AK 1931/1. pp. 1-28.).

A csepeli WM. Fémmű könnyűfémöntödéjében 1936-ban helyeztek üzembe egy Seifert gyártmányú röntgengépet az ötvények vizsgálatához. Erdemes megjegyezni, hogy az 1943-ban beszerzett Seifert 150 kV-os körsugárzó röntgengépet 1996-ban eladásra kínálták lapunkban (AL 1996/2. p. 56.).

A Műegyetemen *Gillemot László* foglalkozott módszeresen az ipari röntgenvizsgálattal. Az erről írt, *A hegesztés röntgenvizsgálata* című doktori értekezését az Anyagvizsgálók Közlönyében publikálta (AK 1941/3. pp. 85-164.). Így érthető, hogy a II. világháborút követő újjáépítés fontosabb létesítményeinél – pl. a hegesztéssel készült Kossuth-hídnál – a *Gillemot* által vezetett tanszéki közösség meghatározó szerepet vállalt a hegesztési varratok helyszíni radiográfiai vizsgálatában.

Gillemot munkatársai közül *Konkoly Tibor* volt az, aki mind a röntgenkészülékek hazai fejlesztésében, mind a módszerfejlesztésben részt vett. Vizsgálta röntgen- és gamma-sugárforrásokkal a röntgenfilmek belső élettenséget (Gép 1955/10. p. 394.), majd *Tarnay Györggyel* együtt a lépcsős furatos és a hornyos etalonok alkalmazhatóságát, különös tekintettel a hiba mélységi méretének a meghatározására (Gép 1975/10. p. 389., Gép 1977/6. p. 201.). A hegesztési hibák mélységének vizsgálatához videorendszert ismertetett *Sásdi András* (Gép 1978/2. p. 75., Gép 1979/6. p. 230.).

Az ultrahang anyagvizsgálati alkalmazásáról, az ultrahang-rezonancia és -impulzus módszerekről *Tary László* és *Tarnóczy Tamás* (Magyar Technika 1951.) és *Réti Pál* adtak áttekintést (Gép 1954/1. p. 4.). *Lukácsfalvi Tibor* az ultrahangos hibakereső vizsgálatok néhány gyakorlati alkalmazásáról számolt be. Vizsgálataihoz egy Hughes-féle készüléket használt. Cikkében kitért a szövetszerkezet, mégpedig a szemmagyság és a grafit ultrahang-abszorpciójára (Gép 1955/2. p. 61.).

Az 50-es években felgyorsult az ultrahangkészülékek és vizsgálati módszerek fejlesztése. Ezek a külföldi szakirodalomból megismert eredmények a módszer hazai alkalmazóit is kísérletekre sarkalta. *Réti Pál* a nagyméretű kovácsolt alkatrészek ultrahangvizsgálatáról (Gép 1960/2.

p. 47.), a gömbrágitós öntöttvasak minősítéséről (Gép 1960/6. p. 217.), míg *Szemes Marianne* és társai az acéllemezek salakosságának ultrahangos vizsgálatáról számoltak be (Gép 1960/9. p. 369.). Ez utóbbi témában *Szilárd János* is végzett kísérleteket (Gép 1962/2. p. 85.).

Az ultrahangvizsgálatok hazai elterjedésére ösztönzőleg hatott a GTE II. anyagvizsgáló kongresszusa 1961-ben, amelyen többek között részt vett *H. Krautkrämer*, aki a hibanaegység meghatározásáról, *H. Jünke*, aki az ún. B-képet előállító készülék alkalmazási tapasztalatairól, *H. U. Richter*, aki a nagyméretű kovácsolt alkatrészek automatizált, immerziós ultrahangvizsgálatáról, és *W. Lehfeldt*, aki az ún. lemez hullámok fizikájáról és alkalmazásáról: a huzalok, rudak, csövek és lemezek automatizált vizsgálatáról tartott előadásokat. Ki kell emelni még *F. Wulff* előadását, aki a hegesztési varratok kombinált röntgen- és ultrahangos vizsgálatának gépesített változatáról számolt be.

Az ultrahangvizsgálat, de más roncsolásmentes vizsgálatok hazai alkalmazói színvonalasan követték szakterületük fejlődését. Így vizsgálati feladataikhoz mindenkor a megfelelő technikát ki tudták választani és külföldről beszerezni – részben kivétel a röntgen-, az örvényáramos és az akusztikus emissziós technika –, illetve a megfelelő módszerrel a feladataik megoldásához szükséges előkísérleteket és illesztési feladatokat elvégezni; és, ha kellett, a különböző módszereket és technikákat rendszerbe szervezeten alkalmazni.

Mindez jól követhető szakértőink publikációival, azonban e rövid áttekintés kereteit meghaladná ezek részletezése.

Jól példázza ezt a megállapításunkat egy jellemző termék, a spirál-hegesztett cső minőségellenőrzésének fejlődéstörténete, amelynek főszereplői *Tar József* és munkatársai, (AL 1996/2. pp. 48-52.), valamint a biztonságos üzemvitel szempontjából jellemző berendezés: az atomerőmű reaktortartályainak állapotellenőrzési feladatának a technikai fejlődést folyamatosan követő megoldása, amely a Paksi Atomerőmű anyagvizsgáló kollektívájának és számos külső szakértő cégnek, – pl.: Erőkar, KFKI, Izotóp Intézet, BME, Vaskút, BDMF, Tecnatom, Krautkrämer – és munkatársaiknak együttműködésével valósult meg (Gép 1983/5. p. 195., Gép 1983/7. p. 262., Gép 1983/10. p. 388. Gép 1978/1. és Gép 1979/7. célszámai, AL 1995/2-3. és AI 1997/1-2. célszámok).

A mikroelektronika és a számítástechnika rohamos fejlődésének eredményeként a roncsolásmentes vizsgálatok készülékek hibakimutató képessége megnőtt, és a számítógéppel segített jelfeldolgozás mindinkább lehetővé teszi a hibák helyének, alakjának és méreteinek a meghatározását. A törésmechanika fejlődése ugyanakkor – a szerkezet igénybevételek ismeretében – lehetővé teszi a feltárt hibák veszélyességének műszaki tudományosan megalapozott elbírálását. E diszciplínák együttműködését elősegítendő indította el az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztőbizottsága az RmV-helyzetkép című rovatot 1994 augusztusában.

Zárszó

Természetesen egy ilyen rövid áttekintés csak arra ad lehetőséget, hogy elősegítse egy elnagyolt, de jellemző vonásai révén felismerhető képpé formálni szakterületünk száz évének szétszórtan fellelhető mozaikjait. A részletgazdag kép összeállítása még hátra van. Ehhez még sok adatgyűjtő és elemző munkát kellene közösen elvégeznünk!

Mégis, visszatekintve a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete alapításától eltelt 100 év és benne a GTE anyagvizsgáló szakosztály 40 éves történetére, elfogultság nélkül megállapíthatjuk, hogy szakmai közösségünkben sokat tanultunk egymástól és a rendezvényeinken megfordult hazai és külföldi szakemberektől. Ezzel és a szakmai információk feldolgozásával, rendszerezett továbbadásával, illetve erre alapozott döntéshozókészítő javaslatainkkal hozzájárultunk szakmakultúránk és ezen keresztül gazdaságunk fejlődéséhez, valamint az ipari tevékenységünk környezeti és társadalmi kockázatának csökkentéséhez.

Mindannyiunk érdekében azt kívánom, hogy anyagvizsgáló közösségünk az anyagtudomány átfogó szemléletének keretei között egységes társadalmi szervezetként működjön tovább, hogy szervezet-alapító tudós elődeinkhez méltó eredményekről számolhasson be a krónikás 2097-ben is.

A beton vizsgálata és minőségellenőrzése

A megszilárdult beton minőségének meghatározásához széleskörűen elterjed a kocka vagy a henger alakú próbatetek vizsgálata. Azonban a betonkeverék felhasználás előtti minősítéséhez olyan gyorselvezési módszer alkalmazására is van igény, amellyel néhány perc alatt meghatározható a betonkeverék cementtartalma 5–10 kg/m³ pontossággal. Ezzel a módszerrel szívesebben minősítik a betonkeveréket, mint a 28 napos szilárdsága alapján.

Azonban, jelentős fejlődés tapasztalható a szálerősítésű beton alkalmazásánál. A szálaknak a betonhoz keverése módját ad a beton felhasználási tulajdonságainak, mint a terhelhetőség, a törési szívósság, az ütésállóság célszerű megváltoztatására, növelésére. Az ilyen beton minősítéséhez szükség van a mechanikai vizsgálatra. Ezért a kutatók figyelmébe kiterjedt a mintavételi technológia és a mintavető készülék szabványosítására. Az így elkészített betonkocka, -henger, illetve betontartó nyomó-, illetve hajlítóvizsgálóval ellenőrizhető és minősíthető a beton. Mivel a beton felhasználási tulajdonságait számos tényező – az adalékok jellemzői, a ténylegesen alkalmazott technológia – befolyásolja, ezért a szabványos mintavétel és próbatest-készítés mellett fontos a vizsgálat precíz végrehajtása, amelyhez mind gyakrabban automatizáltan vezérelt és szabályozott vizsgálógépeket használnak. Az ilyen vizsgálógépek népszerűsége azért is növekszik, mert a hetente szükséges több száz próbatest szakszerű vizsgálata és az eredmények jegyzőkönyvezése gyorsabb, és a kezelőszemély tévedési lehetősége is lényegesen kisebb.

Az automatizált vizsgálógépek terhelőkeretének méretei kisebbek, mégis merevebb, mint a régi gépek statívja – köszönhetően a korszerű szerkesztési és méretezési elvek érvényesítésének –, így minden tekintetben megfelelnek a kalibráció pontosságára napjainkban előírt szigorú követelményeknek. Bár a vizsgálógépek terhelő hidraulikájában kevés változás történt, de az ELE International Ltd. által kifejlesztett, mikroprocesszorral vezérelt szivattyúval szerelt terhelő hidraulika szerkezetiileg kompakt, és olajtárolója kisebb a szivattyú által keringtetett folyadékmennyiségnél, mivel ennek csak csekély százaléka folyik vissza a tankba. A régi technika erősen melegedett, ezért belső hűtést igényelt, de még így is a melegebb éghajlati viszonyok között adódtak a túlmelegedésből üzemeltetési problémák. Az új hidraulika viszont nem igényel belső hűtést.

Az ELE a betonvizsgálógépek több, mint 25 féle változatát kínálja a 250–3000 kN terhelhetőségi tartományon belül. Ezek a vizsgálógépek megfelelnek a legtöbb nemzeti és a nemzetközi szabványoknak (1. ábra).

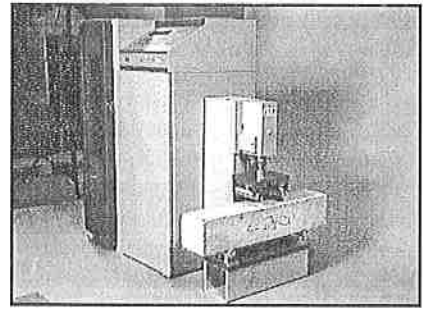
A szálerősítésű beton a legalkalmasabb a nagy húzószilárdságot és csekély berepedési hajlamot igénylő speciális felhasználásokhoz, mint például az alagutak belső védőrétegének a kialakításához.

A hajlító szívósság és a berepedési szilárdság meghatározásához – az ASTM C1018 szabvány előírásait figyelembe véve – készüléket fejlesztettek ki az ELE cégnél (2. ábra). Ez a vizsgálati módszer a szálerősítésű beton hajlító szívósságát a három ponton hajlításra terhelt betongerenda erő – lehajlás görbéje alatti területtel fejezi ki. A módszerrel egy viszonyszámot határoznak meg, amellyel, mint szívóssági indexszel azonosítható az anyag viselkedése és a lehajlási kritérium szerint a beton osztályba sorolható.

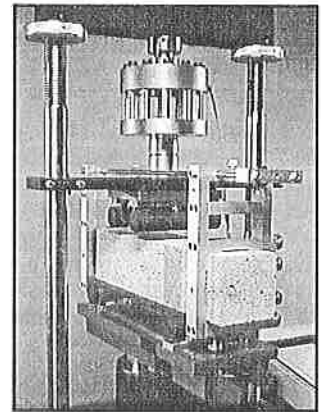
A betont és a betonelemek gyártó cégek ma már tanúsított minőségbiztosítási rendszert működtetve garantálják termékeik minőségét. A vizsgáló laboratóriumok is a követelményeknek való megfelelésüket tanúsító rendszer szerint dolgoznak. A vizsgálógépeket gyártó ELE International Ltd. is rendelkezik az ISO 9001 szerinti tanúsított minőségbiztosítással.

A jobb minőség nem jelent megnövekedett költségeket. A szigorú követelményeknek megfelelő mintavető és -készítő eszközök és az automatizált vizsgálógépek használatával kevesebb lesz a meg nem felelő vizsgálati eredmény, és kevesebb beton lesz visszautasítva.

(Forrás: ELE International Ltd.)



1. ábra



2. ábra

Alakváltozás-mérés rugalmas anyagokon

Napjainkban növekszik az olyan épületek részaránya, amelyekhez rugalmas anyagból, elasztomerekből készült feszített szerkezeti elemeket alkalmaznak. Viszont hiányosak az ilyen szerkezeti anyag jellemzőire, ellenállására vonatkozó pontos információk. Általában a mechanikai jellemzők túlértékeltek. Az ilyen anyagok mechanikai viselkedése konstrukció-függő, ezért még a terhelés-szimulációs modellezéssel sem lehet előre pontosan meghatározni a szerkezet viselkedését. A hajlékony szerkezetek biztonságát és tartósságát szavatolni kell, ám ehhez mérni kell a szerkezet terhelés okozta alakváltozását és a feszültségeket. A pontos mérések hiányában mindeddig a méretezésnél a biztonsági tényezőt tízre választották. Belátható, hogy például egy néhány ezer m²-es vászontető felállításakor a valós viszonyok megismeréséhez in situ mérésekre van szükség.

A Brite Euram terv keretében a francia Texsys cég új típusú szenzort fejlesztett ki kifejezetten a rugalmas anyagokon történő nyúlás-mérésekhez. Az Optimat névre keresztelt rendszer rugalmas szenzorokból, adatgyűjtőből és adatfeldolgozóból áll. A szabadalom széleskörűen kiterjed mindazon szenzorokra, amelyekhez filmet, bevonatolt vagy laminált textilt alkalmaznak. Az Optimat rendszer technológiai értékei már ismertek, de alkalmazási lehetőségeit és piacát még

vizsgálják. A rendszer innovációs díjat nyert 1995-ben a Tectextil kereskedelmi kiállításon.

Az Optima rendszer jellemzői: A szenzor rugalmassági modulusza nagyon kicsi, tömege alig 3 g. Mérete: 45x25x15 mm. A szenzorral mérhető relatív nyúlás tartománya: 0,1 – 40%. A szenzor 2 V feszültséggel működik, a hőmérséklet-tartomány: –75...+80°C.

A szenzor és a kábel az ellenőrzött szerkezethez van erősítve és az adatgyűjtőhöz csatlakoztatva, amelyhez más szenzorok, például hőmérsékletmérő, nedvességmérő is csatlakoztathatók. A kapott információk valós idejűek, diagram, vagy táblázat formájában jeleníthetők meg, illetve, ha szükséges, a rendszer riasztót is működtethet.

Az Optima rendszer használatával valós, in situ feszültségeket mérhetünk, és a szerkezetet feszítő elemeket (kábelek, emelő) a kívánt módon állíthatjuk be. Segítségével ellenőrizhetjük – kicsinyített modellek építése nélkül – a szerkezet méretezésének helyességét, de tartósan követhetjük a szerkezetben ébredő feszültségeket az idő függvényében, például az időben változó igénybevétel – szélnyomás – hatását is tanulmányozhatjuk. Az így nyert adatokkal módosíthatjuk az ilyen szerkezetek méretezési módszereit is, azaz tökéletesíthetjük a szakértői rendszerünket.

(Forrás: VIPS No. 17–1997. DIV 31. Sensors)

Érintésmentes finomnyúlásmérők

Tóth Péter

Ha egy terhelés alatt lévő anyag tulajdonságait, viselkedését akarjuk tanulmányozni, az alakváltozás mérése mindig jónéhány problémát vet fel. A rideg, kis alakváltozó képességű anyagok, mint pl. az acél esetén ez megtehető kapcsolódó extenzométerekkel, ahol csupán a csatolás módja és az alakváltozási képesség nagysága képezi megfontolás tárgyát. Ettől eltérő megoldást kell használni olyan különleges anyagok esetén, amelyeknél a felcsatolásakor alkalmazott szorítóerő és a csatlakozást biztosító kések károsíthatják az anyagot, vagy erősen befolyásolják a mérés eredményeit.

A megnyúlást gyakran a vizsgálóberendezés mozgó befogórészének (keresztfejének) az elmozdulásából kalkulálják, ami természetesen igen sok hibára ad okot. Az érintésmentes nyúlásmérés az egyetlen módszer, amely biztosítja a megnyúlás pontos mérését anélkül, hogy a próbatestet károsodna, (1. ábra).

Az optikai extenzométer volt az első felhasználói és kereskedelmi szinten elfogadott kapcsolatmentes nyúlásmérő. Ezek vagy látható vagy infravörös fényt bocsátottak a vizsgálandó próbatesten létrehozott jelekre. A módszert még mindig széles körben használják, bár alkalmazásuk jónéhány problémát vet fel; ugyanis:

- a kibocsátó, a visszaverő és az érzékelő egységek méretei túl nagyok és eltakarják a vizsgálóteret;

- a kezelőnek igen pontosan a jelre kell fókuszálnia a fényt, mely nagy összpontosítással jár művelet;

- a mérést befolyásolhatja a fényhullámok interferenciájára;

- a megbízhatósága exponenciálisan csökken a mozgó mechanikai elemek kopása folytán.

A lézer-extenzométer néhány problémára megoldást jelentett, mégpedig:

- relatíve kicsi, és a vizsgálóterre irányítható;

- gyártása viszonylag olcsó, használata egyszerű.

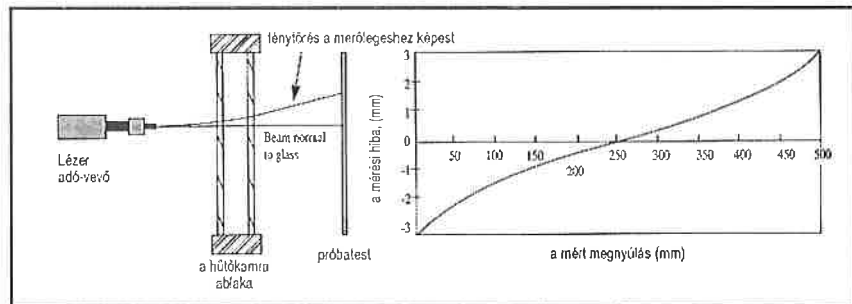
A megoldások legtöbbször alternáló mozgást végző vagy forgó tükör van elhelyezve. Ez biztosítja, hogy a lézersugár egy adott hajlásszög alatt végigpásztázza a próbatestet annak hossza mentén. A próbatesten világos (vagy a minta anyagától eltérő tónusú) jeleket hoznak létre. A sugár pásztázó szögét erre, az így létrehozott jeltávolságra állítják be. Megoldásra váró feladat volt a sugárnyaláb úthosszána a pásztázási szög függvényében való változása miatt szükséges korrekció. Ez

némiképp korlátozza a rendszer rugalmasságát, különösen a mérésstartomány tekintetében és a felbontás optimalizálásának szemszögéből.

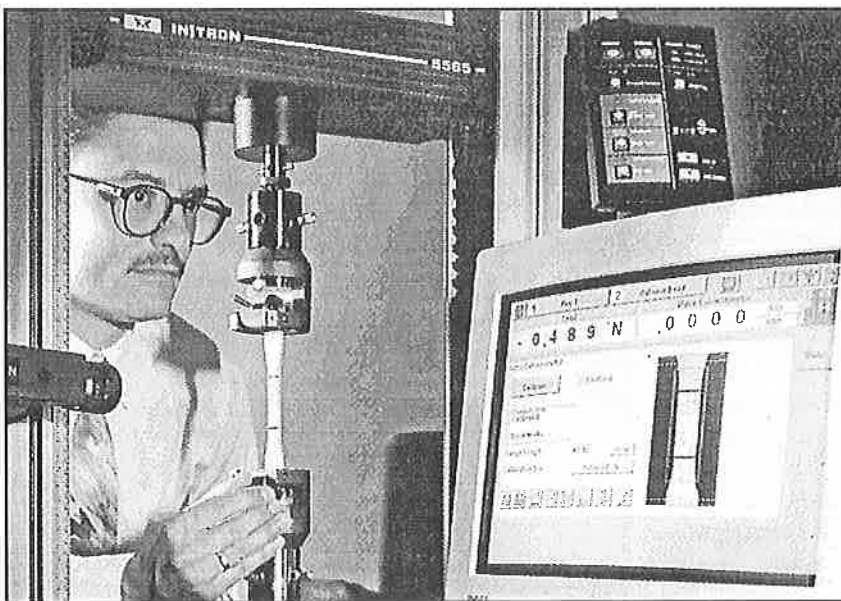
Ahogy az optikai extenzométerek, úgy a lézer-extenzométer is használható hőkamrás (alacsony vagy emelt hőmérsékletű) vizsgálatok esetén is. Mivel a sugárnyaláb végigpásztázza a próbatestet, mindig változik annak beesési szöge. A sugárnyaláb a kamra üvegablakán – más törésmutatójú közegbe lépve – megtörik. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy egyre gyakrabban, a hővesztés csökkentésére, dupla üvegfalú hőkamrákat használnak.

A 2. ábra szemlélteti a sugár kettős 'üveg-levegő' határon való átlépés okozat törését.

További problémaként jelentkeznek a vékony anyagok, pl. szálak, fonalak vizsgálata. A jelek nyomkövetése bonyolult ilyen esetekben, mivel a terhelt mintadarab, és így a jel is, gyakran elcsavarodik.



2. ábra Fénytörési probléma a lézer-extenzométer melegsztató vizsgálati alkalmazásakor



1. ábra Érintésmentes nyúlásmérés video-extenzométerrel

A video-extenzométer megoldást nyújtott mindezen problémákra és igen gyorsan a legelterjedtebb módszerré vált olyan anyagok vizsgálata terén, ahol az extenzométerrel való fizikai kapcsolat a mérés eredményeit megkérdőjelezheti. Ezek az anyagok igen különbözőek lehetnek, mint például áttetsző műanyag fóliák, sebészeti kesztyűk, műanyag alapú festékek, textíliák stb.

A video-extenzométer videokamerából és a hozzá csatlakozó nyomtatott áramkörös kártyából (PCB – Printed Circuit Board) áll. A PCB a megnyúlás érzékelés kimenetébe van illesztve. A rendszer két – a próbatest felületére felvitt (attól kontrasztban elütő) – jel egymástól való eltávolodását érzékeli. (1. ábra) A jeleket akár festéssel, akár ragasztással felvihetjük a próbatestre. Bármilyen színű jel alkalmazható. Általános szabályként elmondható, hogy ha a kezelő személy a monitoron látja a jeleket, akkor már elegendő a kontraszt

tosság ahhoz, hogy a rendszer nyomon tudja követni a megnyúlást akár a pixel felbontás tartományában is. (1. ábra). Egy PCB interfész fogadja a kamerából kijövő videojelet, kimenetén pedig digitális, analóg és videojel formájában küld adatot. Ezen adatok így feldolgozhatóak mind a digitális, mind az analóg mérőrendszerek, illetve a monitor számára is. Egy elektronikus rácsrendszer digitalizálja a próbatest képét, automatikusan szabályozza a rendszer megvilágítását, megvalósítja a szubpixel felbontást és figyeli a próbatest jeleit, hogy téves adat ne legyen regisztrálva.

A festékek jó mechanikai, optikai jelölők, de nagy nyúláskor a jel elhalványodhat illetve leperegphet. 200–300% nyúlás alatt a legjobb választás a színes festék. Jó optikai és mechanikai észlelhetőséget biztosítanak, és jól követik a mintadarab nyúlását.

A mérési módszer további előnye, hogy a képernyőn a próbatest képét is látjuk (1. ábra), a vizsgálat folyamán azt rögzíteni tudjuk, így a későbbiek során a vizsgálatot visszajátszhatjuk, egyes pillanatokot kimerevíthetünk. Ezt a képességet tovább lehet fejleszteni úgy, hogy a képernyőn a próbatest képe mellett a pil-

lanatnyi fajlagos nyúlást és feszültséget is kijelezze a rendszer a próbatest tulajdonságainak precíz meghatározására.

A jövőt tekintve az várható, hogy nagyobb felbontású videokamerák kifejlesztésével és speciális optikai rendszerekkel a video-extenzométerek felbontása 5–10-szeresére nő, pl. a jelenlegi 2,5 μm helyett 0,5 és 0,25 μm közé, ideálissá téve az extenzométereket kis fajlagos nyúlású anyagok, pl. kompozitok, kerámiák vizsgálatára is. A rendszer használható keresztirányú alakváltozás mérésére, illetve a kereszt- és hosszirányú mérés kombinációjára is, amely alkalmassá teszi Poisson-szám meghatározására, vagy az r -n képlékeny alakíthatósági vizsgálat végrehajtására, azaz a Lankford-szám és a keményedési kitévő meghatározására.

Összefoglalásképpen, a video-extenzométerek főbb előnyei:

- igen rugalmas rendszer a vizsgálati tartomány nagyságát, illetve a fajlagos nyúlás mértékét illetően;
- a többpontos kalibráló eljárásnak köszön-

hetően pontosan mér hőkamrák többrétegű üveglapján keresztül is;

- a jel elhelyezésére több módszer áll rendelkezésre, (míg lézer-extenzométer esetén a visszaverő felület mérete is befolyásolhatja a jeltáv mérését);

- a jeltávolság tényleges értékét közvetlenül méri minden egyes próbatesten és a pillanatnyi értéket veti össze a fajlagos nyúlás meghatározásakor, míg a többi rendszer a névleges jeltávot veszi 100%-nak és ehhez viszonyítva a megnyúlást;

- a video-extenzométer letapogatja a teljes mérendő felületet és átlagol (kiküszöbölve ezzel a nem egyenletes nyúlás illetve elcsavarodás okozta hibákat), a lézerrendszer ezzel szemben egyetlen ponton mér;

- digitalizált képet ad, mely tárolható, visszajátszható, kimerevíthető; így a törési folyamat a feszültségi és alakváltozási jellemzők rendelkezésre állásával vizuálisan is megfigyelhető, attól függetlenül, hogy a próbatest már eltörtött;

- nincs mozgó eleme, amely kophatna, és ami a mérőrendszer pontatlanságához vezetne.

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Tóth Tamás:

Mechanikai anyagjellemzők és vizsgálatuk módszerei

ME Dunaújvárosi Főiskolai Kar, Dunaújváros, 1997.

A tavasszal megjelent főiskolai jegyzet korszerű szemlélettel tárgyalja a statikus és a dinamikus szilárdsági, szívóssági és törésmechanikai anyagjellemzőket, és azok függését az anyag szerkezetétől és az állapottényezőktől, valamint meghatározásuk vizsgálati módszereit. Ismerteti a különféle statikus keménységmérési módszereket, valamint az első szabványosított dinamikus Equotip-keménységet és mérőkészülékét.

Tárgyalja az anyag fáradását és növelt hőmérsékletű kúszását, az ezen tulajdonságokat jellemző mérőszámokat és meghatározásuk módszereit, köztük a kúszó-szakító vizsgálatot és szerepét az ún. maradék élettartam becslésében.

Részletesen foglalkozik a jegyzet a finomlemezek hidegalakíthatóságát, mélyhúzóhatóságát jellemző mérőszámok – a felkeményedési kitévő és a Lankford-szám – vizsgálati történő meghatározásával, az alakíthatóságot befolyásoló metallurgiai, hengerlés- és hőkezelés-technológiai tényezők szerepével, illetve az alakítási öregedés szilárdság-növelő hatásának tudatos hasznosításával.

A megértést segítik a fejezetek végén bemutatott példák.

Végezetül a jegyzet összefoglaló áttekintést ad a mechanikai anyagjellemzőkről, a vizsgálati szabványokról. Összehasonlító elemzést közöl a különféle acélok, fémötvözetek, polimerek, kerámiák és kompozitok mechanikai tulajdonságairól és az anyag sűrűségére vonatkoztatott fajlagos értékeiről, valamint az egyes anyagok áráiról.

A 200 oldalas jegyzetet nemcsak a főiskolásoknak, hanem a képezést nyújtó szaktanfolyamok hallgatóinak is ajánljuk.

–ferko–

AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.

Anyagvizsgáló tanfolyamok!

Ultrahangos, örvényáramos, radiológiai,
mágneses, penetrációs, vizuális
anyagvizsgáló szakképzése és minősítése
(Az MSZ EN 473 szerint)

Mechanikai anyagvizsgáló szakképesítés
(OKJ szerint)

Tartályvizsgáló szakképzés
(a 11/1994 és a 44/1995 IKM rendeletek
figyelembevételével)

Érdeklődni lehet:

Zubonyai Edit oktatási menedzser
1750 Budapest, Pf.: 114
Tel.: 277-0732
Fax: 276-8650

Szemek, amelyek sohasem alszanak

A termelés növelése csökkenő költségek mellett, a versenyképesség fokozása – ezt csak egy jól működő karbantartással, a rendelkezésre álló gépek kiesés nélküli üzemeltetésével lehet biztosítani. A folyamatos állapotfigyelés a szűkebb hibahatárok ellenére is fenn tudja tartani a termelés biztonságát és a költségvetés hatékonyságát.

A svéd SPM Instrument AB több mint 30 éves tapasztalattal rendelkezik az ipar területén a különböző mérési módszerek, hardveres és szoftveres felügyelet fejlesztésében és alkalmazásában. Az cégnek az egész világon mintegy 50 országban van képviselete.

Magyarországon az 1980-as évek közepétől van jelen közvetlen képviselettel, és 1992-ben megalakította az SPM Instrument Budapest Kft.-t. A hazai tevékenység eredményeként szinte mindent megtalálhatók az SPM Instrument AB különböző eszközei és műszerei, ahol forgógépeket használnak.

Kedvező költségű modulok sok választási lehetőséggel

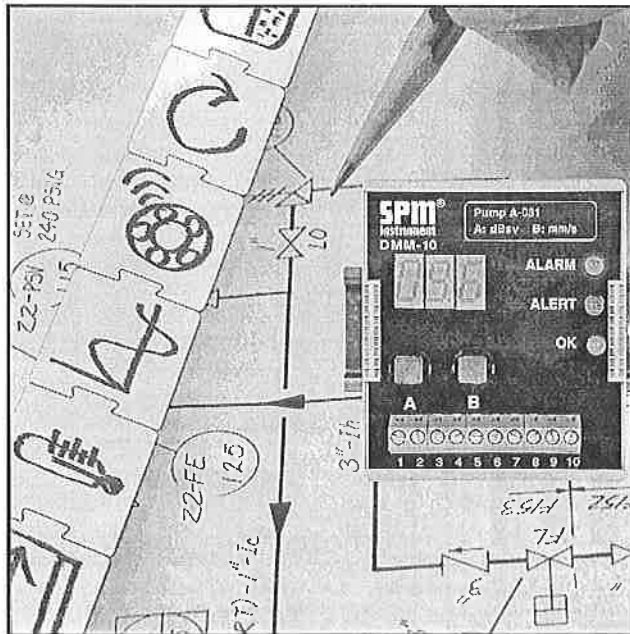
Az SPM forgalomba hozott egy olcsó, kisméretű állapotfigyelő modulokból (CMM) álló családot, amely érzékelőket, átalakítókat és kombinált kijelző és ellenőrző egységeket tartalmaz, elemei robusztus, önellenőrző, és – ahol ez kívánatos – robbanásbiztos kivitelűek. A csapágyállapot (SPM-módszer) valamint rezgésfigyelő (ISO 2372) moduloknak 4–20 mA-es analóg kimenetei vannak. Emellett bármilyen – termelés közbeni – paraméter megfigyelhető, ha egy 4–20 mA-es jelet biztosító érzékelő áll rendelkezésre, és így a gépnél:

- kiértékelt állapotjelzést (zöld-sárga-piros),
- a mért érték megjelenítését,
- a vész- és működési funkciókhoz állapot reléket kapcsolhat.

A vezénylőteremben a kiértékelt állapotinformációk 4–20 mA-es analóg jelekként PLC-hez és EDP-hez továbbíthatók.

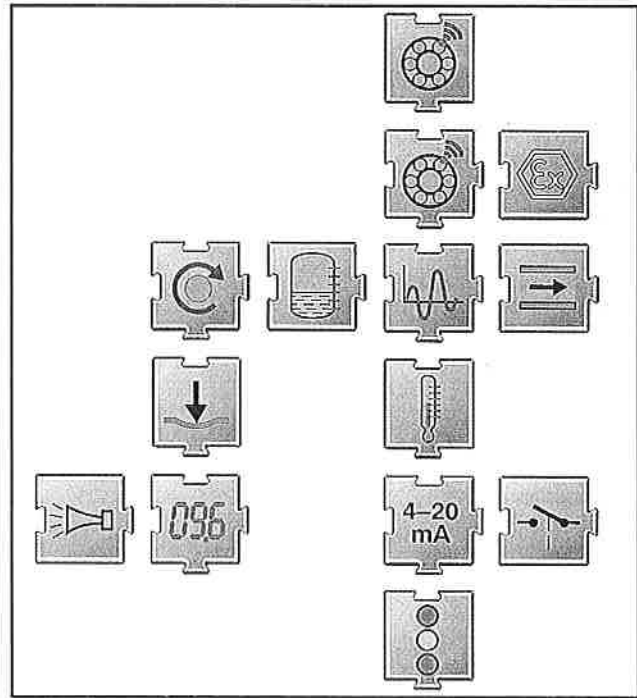
Biztonság és ellenőrzés. A mechanikai problémák és az állásidő kivédése sokkal hasznosabb, mint az olcsó, közvetlen gépfelügyelet. Az állapotfigyelés alkalmazásával több rendelkezésre álló gépet lehet ellenőrizni, ez a módszer növeli a biztonságot, valamint tökéletesebb tervezést és ellenőrzést nyújt.

Kiértékelt csapágyállapot. Az SPM által szabadalmaztatott lökésimpulzus módszer egyedülálló abban, hogy közvetlenül a mérések után értékelést ad a csapágyállapotról. Ez a módszer, amelyet 30 éves gya-



A közvetlen állapotfigyelő modulok a kezelőszemélyzetnek lehetőséget adnak a mechanikus problémák felismerésére, mielőtt azok károsodásokat okoznának

korlati tapasztalatok során munkáltak ki, része a rendszernek, csakúgy, mint az ISO 2372-es szabvány szerinti rezgésmérés.



Korai figyelmeztetés – biztonságos termelés

Egy jól megválasztott figyelőcsatorna útján a kezelők és a karbantartók a kialakuló géphibáról korai figyelmeztetést kapnak. A szükséges karbantartás előre megtervezhető, elkerülve így a sürgősségi javításokat, a stresszt az időtűlést és a másodlagos károsodást.

Mi az állapotfigyelés? A kezelő kap egy jelet a gépből átalakított üzenet formájában. Neki erről tudnia kell, majd cselekednie.

Mérés – Használja a meglévő jeleket. Válasszon speciális érzékelőt a speciális pozícióhoz.

Átalakítás – Amennyiben szükséges, alakítsa át az érzékelő kimenőjeleit 4–20 mA-es analóg jelekké.

Határérték-beállítás – Határozza meg a mennyiséget, a határokat és a riasztási küszöbértéket.

Kijelzés – Válasszon beépített kijelzőt: figyelmeztető lámpa, háromszínű kód, mért érték.

Ellenőrzés – Program – figyelmeztetés és riasztás, plusz állapot. Szereljen fel reléáramköröket.

Teljes rendszerbiztonság. Az érzékelővonalak rendszerhiba szempontjából automatikusan ellenőrzöttek, valamint jelzik a rövidzárlatot és a megszakadt áramkört.

Mivel a tápfeszültség alacsony, valamint a jelek nem érzékenyek az elektromos zavarokra, ezért a figyelőrendszer biztonságos és megbízható.

Közvetlen csatlakozás a számítógépbe. Az állapotfigyelő modulokat elsődlegesen önálló, közvetlen csatlakozós figyelőegységekként tervezték, melyeknél DIP-kapcsolóval lehet beállítani a mérési határokat és a határértékeket. Egyszerű üzenetek nem minden esetben elégségesek a bonyolult gépek állapotfigyelésére. Ezért bármikor megvan a lehetősége a modulok számítógéppel való összekapcsolásának.

A modulok használhatók bármilyen, a 4–20 mA-es analóg bemenő jelet fogadni képes adatgyűjtő, analízáló és ellenőrző rendszer egységeként. Az SPM CMS-rendszer használói hozzácsatlakozhatnak egy mérőegységhez és a CONDMASTER szoftvert adatgyűjtésre használhatják.

SPM Instrument Budapest Kft. Tel/fax: 256-0435

NCAT-készülék: termikus bitumentartalom-mérő

Mohácsi Gábor

Az aszfalt-laboratóriumok egyik legfontosabb feladata a folyamatosan beérkező minták bitumentartalmának meghatározása. Ennek legelterjedtebb módszere az oldószeres extrahálás, amelynek mérőeszköze szinte minden hazai laboratóriumban megtalálható. Az utóbbi években egyre szigorúbb követelményeket támasztó környezetvédelmi előírások – az oldószer-felhasználás korlátozása és a veszélyes hulladék kezelése – gerjesztették azt az igényt, hogy egy olyan módszert fejlesszenek ki, amivel ez a vizsgálat helyettesíthető.

Az ötletet a derivatográfiában alkalmazott mérési módszer adta, amelynek lényege: a minta elégetésével járó tömegvesztés mérése.

Még 1990-ben megkezdődtek a kutatások az USA-ban (Auburn University, National Centre of Asphalt Technology – NCAT). 1990 és 1995 között E. R. Brown professzor vezetésével többek között meghatározták az égetés optimális hőmérsékletét, amely 540°C. Az NCAT-készülék alapegysége a beépített mérleg, amely folyamatosan méri az égetés során történő tömegváltozást, és amikor már nem észlel tömegváltozást, automatikusan befejezi a mérést. Ez a folyamat a készülék kijelzőjén és nyomtatóján szimultán nyomon követhető.

Egy-egy vizsgálat 20–40 perc időtartamú, a minta jellegétől függően. Maga a vizsgálati idő jelentős mértékben történő lerövidülése nem elhanyagolható előnyök ad a hagyományos oldószeres módszerrel szemben.

Természetesen felmerül a kérdés, hogyan viselkedik az aktuális mintánk kő váza a magas hőmérsékleten. Itt alapvetően tömegvesztésre illetve aprózódásra gondoljunk.

A kő váz tömegvesztését úgy határozzuk meg, hogy az aszfalt vizsgálata előtt, magával a kő vázzal végzünk egy égetési vizsgálatot. Az így mért tömegvesztéssel, mint kalibrációs faktorról kell számolnunk. Ezt az értéket az aszfalt vizsgálata előtt a készülék programozása során kell megadnunk. A kalibrációs faktorról módosított bitumentartalom a kalibrált

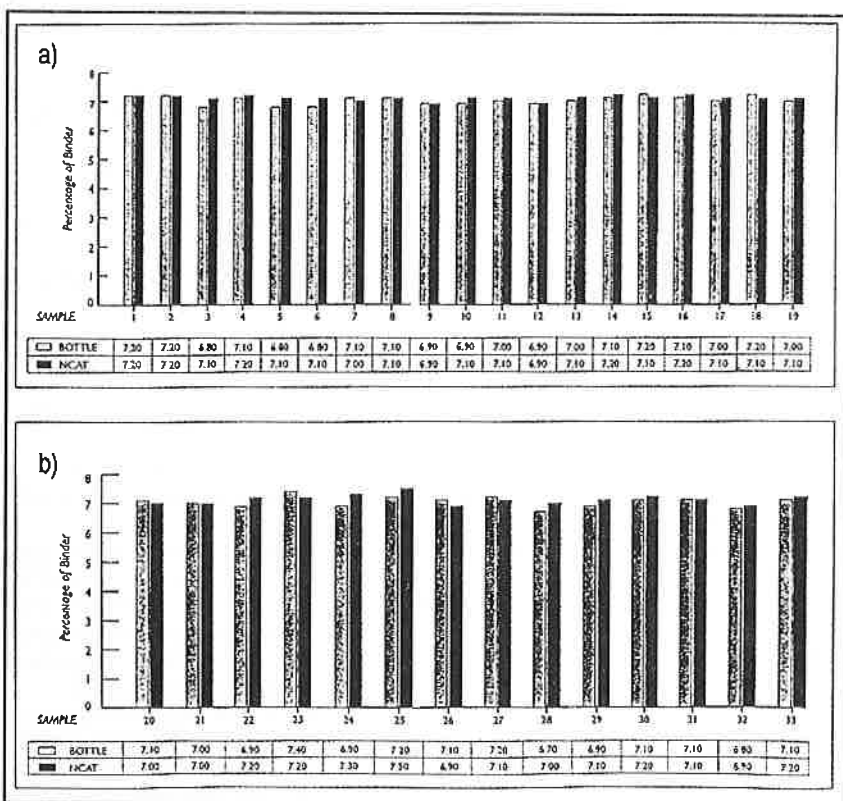
bitumentartalom, amely a mérés végeredménye.

A kő váz aprózódása mintafüggő. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatot az adott laboratórium végzi, praktikusnak a kalibrációs faktor meghatározásával párhuzamosan.

Természetesen az első összehasonlító vizsgálatok az oldószeres és a termikus módszerek között történtek. A diagramok (1/a. és b. ábra), és a táblázat ennek az eredményeit mutatja a 35% 14 mm-es HRA-, kőzetűzelék-tartalmú aszfaltból egy héten át kivett minták alapján.

Különösen figyelemreméltó a szórás értéke, amelyből arra lehet következtetni, hogy a NCAT-készülékkel a vizsgálat ismételtetősége pontosabb.

	Oldószeres módszer	NCAT
A mérések száma	33	33
Átlag	7.0	7.1
Standard deviáció	0.157	0.125
Maximális érték	7.4	7.5
Minimális érték	6.7	6.9
Terjedelem	0.7	0.6



1. ábra Az extrakciós (bottle) és a termikus módszer (NCAT) összehasonlítása (a) és b) ábra: 33 mérés azonos mintákkal, különböző időpontokban)

Természetesen ennél a készüléknél is felmerül a hitelesítés, a kalibrálás és az ellenőrzés kérdése. A készüléket a beépített mérleggel, mint rendszert kell vizsgálni. Az országos etalonra történő visszavezetés hitelesített súlysorozattal történhet.

A vizsgálatok alapján leszögezhetjük, hogy egy olyan módszert sikerült kifejleszteni, amely gyors, tiszta; az egészségre és a környezetre ártalmatlan.

(A vizsgálati eredményeket a Tarmac Roadstone hozzájárulásával közöljük.)

A NCAT-készüléket az
ELE INTERNATIONAL LTD.
 gyártja,
 hazai forgalmazója
TESTOR BT.



INSTRON

issue **4**

r a p p o r t

The latest news in applied Instron technology

- Crunch time for carrots
- 007 and a Licence to thrill
- Helicopter Safety in France
- Special Implants in Singapore

Chic!

London, New York, Paris, Milan. As supermodels show the latest creations on the catwalk, the cameras flash and fashion writers wield their pens like mighty swords, to write cutting comments or to dub the next designer a conquering hero.

Behind the glitz and glamour though lies the serious business of bringing a new collection together, and testing plays a major role in the search for fashion perfection.

The names Jaeger and Viyella are known throughout the world and they're synonymous with the utmost quality clothing and the durability of their fabrics.

So how do these top fashion retailers maintain quality and consistency, especially when fabrics are purchased from an ever increasing number of countries around the world? Jaeger recently took a long, hard look at the materials testing systems available on the market, with the criterion that the test routines adopted – and the results obtained from them – must be acceptable in all supplier countries. With around half a million metres of fabric purchased for a single Jaeger Ladies' season this called for impeccable quality



control and a high level of technical support for a system that would test dozens of fabrics every day.

The fashion house singled out Instron to tailor a system to meet its needs, and installed an advanced Instron 4411 materials testing system at its UK based laboratory.

Test routines are designed to measure the tensile strength and



loading a new specimen and pressing the start button. Instron supplied

the software too, including Series IX – the world's best selling materials testing software – which is used for data acquisition, control and analysis of results.

Samples of new fabrics, usually made on a sample loom, are submitted to Jaeger or Viyella buyers for consideration and the first tests are run. Meticulous quality control means it can be as long as twelve months from a sample's arrival to its appearance as a garment on the catwalk or in the shops.

Throughout this time regular testing is applied to ensure consistent quality.

Whatever the test, you can be sure Instron is always in fashion.



Back to the future in Singapore

Researchers in Singapore are putting a little backbone into testing with Instron's help.

Anyone suffering from a bad back knows how painful and debilitating it can be. About ninety percent of adults have back pain at some time, frequently caused by a slipped or prolapsed disc.

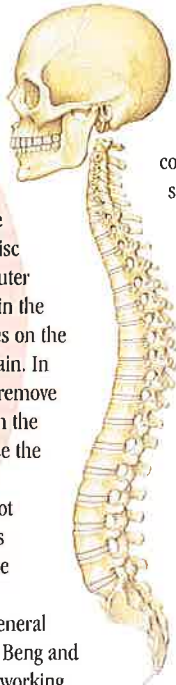
The disc is like a tiny jelly-filled doughnut between the vertebrae that make up the spine. When a disc slips or prolapses the outer covering is torn, liquid in the disc escapes and presses on the spinal nerve, causing pain. In severe cases, surgeons remove the disc, take bone from the patient and use it to fuse the vertebrae next to the damaged disc. Which not only sounds but often is extremely painful for the sufferer.

At the Singapore General Hospital, Dr. Tan Seang Beng and Dr. Tan Chang Tien are working with engineers from the National University of Singapore to develop a titanium spine implant to replace the patient's bone.

The implant comprises a cylindrical wire mesh coated with a bone-like material. Once fitted, doctors hope the surrounding bone tissue will grow into the mesh, fusing it to the bone.

Clearly there is a need to evaluate the torsional and load bearing characteristics of the spine and the doctors are using Instron equipment for the task. Compression and torsion tests are carried out on sections of spinal column, using an Instron 8511 servohydraulic testing system, widely used in biomedical applications from evaluation of hip prosthesis to testing needles and syringes. The surgeons have modified the 8511 system with the addition of an electromechanical actuator, which applies the torsional force, and their own fixtures to grip the complicated and delicate specimen. Axial force is applied through the 20kN capacity hydraulic actuator.

Dr. Beng says it will be another five to ten years before the implant can be used on people, and until then, Instron equipment will continue to bear the testing load.



Quality in quantity at Marks & Spencer

Marks and Spencer ranks as one of the greatest retailing success stories of the century, and for good reason.



A reputation built on high quality clothes at more than reasonable prices has made the company the British household name it is today. We know, when we buy clothes from M&S they're going to wear well, wash well and keep looking good for a long time ahead.

What does it take to ensure

this reputation for durability is maintained? Behind the retailing scenes is the Marks & Spencer Textile Testing Software Suite from Instron where fabrics and clothes take a pounding to make certain they are up to a hard life ahead. Featuring an easy-to-use Windows environment, tests covered include tensile strength, fabric slippage, extension, modulus and residual extension of stretch fabrics, wing rip tear strength and security of attachment and accessories.

The test method is selected using the keyboard or mouse and details are clearly displayed on screen for easy reference.

Instron's 4200, 4300 and 4400 Series machines, the Model MN44

minitester and the new 4440 Series single column machines can be used with the suite, with printed reports configured quickly and easily.

Rigorous testing before a rugged life ahead for Marks & Spencer clothes, to meet the standards their customers have come to rely on.

Bags more safety for drivers

Business for U.K. based firm Air Bags International is booming.

The company's turnover in 1994 showed a 250% increase on the previous year and it is continuing its spectacular performance with development of car air bags for

a wide range of European customers including Ford, Rover, Saab, Renault and Peugeot.

Rigorous policies of quality and reliability are called for in the production of automotive airbags, since total confidence in their ability to function every time is critical.

To keep pace with demand and to maximise the safety and efficiency of the products, the company has installed an Instron 4467 materials testing system.

The system is used for the meticulous testing of airbag fabrics, to ensure they're up to specification.

Consider the stunning fact. Travelling at 40km/h the momentum of the average human body is around 60 times



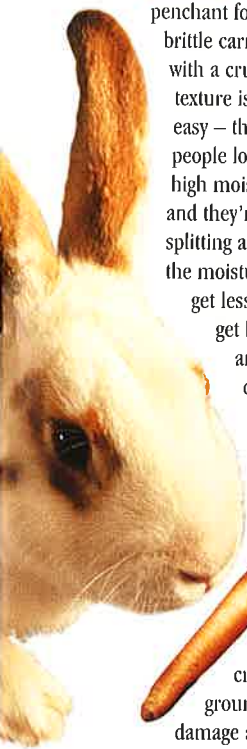
greater than at walk in other words your is comparable to v approximately 4 to walk!

So fabrics lite dummy run as the subjected to in-car The Instron equip easy-to-use facility a variety of fabric tensile strength, el tear and seam stre data is recorded o

Crunch time for Carrots

Consumers like their carrots crunchy.

Trouble is, satisfying the public penchant for brittle carrots with a crunchy texture is not easy – the carrots people love are the high moisture type and they're prone to splitting and breakage. Lower the moisture content and you get less splitting but you also get less crunch. With an annual carrot turnover of around £80m we can't be



ignored, we want the crunch! A significant cause of blemished crops is splitting in the ground, and loss through damage at lifting. The aim is to reduce these losses. Call in the detectives.



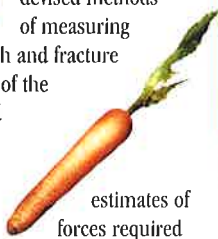
Deep in the heart of the laboratories of Horticultural Research International (HRI) there lies an advanced Instron 4301 materials testing machine. Quietly, it's going about its business of measuring texture in mushrooms, strength and fracture



properties in potatoes, parsnips and – oh yes – carrots, as well as the failure forces of seed coats. "The carrot programme has

occupied most of our time" says Dr. Chris Hole of HRI. Research in the jointly funded three year project has centred on the physical properties of the outer carrot flesh. "This is under tensile stress during growth" says Dr. Hole. "We've devised methods of measuring

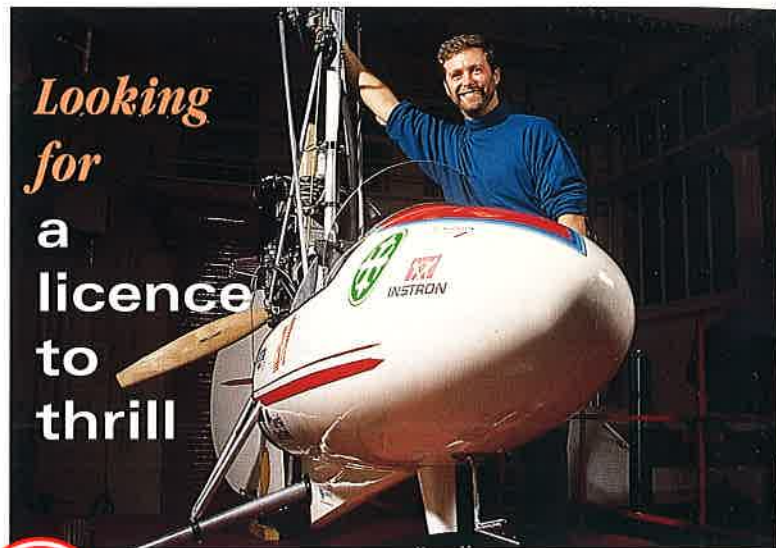
the strength and fracture properties of the tissue, and obtained accurate



estimates of forces required to break the cell walls, using the Instron Machine".

So when it came to the crunch, Instron is instrumental in making certain your carrots are as crisp as any discerning consumer could require.

Looking for a licence to thrill



The autogyro 'Little Nelly' which appeared in the James Bond film 'You Only Live Twice' probably epitomises for most people what an autogyro looks like, and you'd be forgiven for thinking it's a miniature helicopter.

Autogyros work in quite a different way – the main rotor is unpowered and generates lift from 'windmilling' in the airflow. The craft is driven forward by an engine turning a propeller which is normally mounted at the back.

Someone who can tell you all about autogyros is Dr. James Shippen of the School of Manufacturing and Mechanical Engineering at Birmingham University. With sponsorship support from several major companies – including Instron

– he and his students are building a British designed Wombat Gyrocopter.

The project called on many subjects taught during the lecture courses. "Finance and facilities were limited", says Dr. Shippen "so we decided to build an autogyro – one of the world's smallest and cheapest forms of aircraft." Given rigorous testing and a 'flying licence' the Wombat project's ultimate goal is an attempt on the flight distance record for an autogyro.

A special test programme was developed at Instron's laboratories to guide the team using an Instron 5582 electromechanical machine.

The strength of threaded inserts in the autogyro's tail-fin was measured by pulling a bolt until failure occurred. Another test involved applying a cantilevered load to the tail-fin to assess the force at which it would be wrenched from the autogyro's body. The results were supplied graphically showing displacement against load.

Instron wishes Dr. Shippen and his students every success and we look forward to the day when Wombats will fly.



alking speed –
r momentum
eighing
nnes as you

rally go on a
e air bags are
rash tests.
ment offers an
arrying out
ests for
ngation and
length. All test
n computer



meets the most rigorous specifications and safety standards.



Loads of safety for French helicopters

As gales whip around an isolated North Sea rig and waves foam with white caps, a lone helicopter searchlight picks out the landing platform. On a precarious wind, rotating blades pitch and the pilot descends his craft to safely land.

All in a night's work for the pilot, but those blades are his wings, their structural integrity critical.

In France at the Lille Institute of Fluid Mechanics – the IMFL – they know more than a thing or two about helicopter blades.

Established in 1930 the Institute is internationally known for its research in aeronautics and divides its work across four operational research groups: flight, structural, fundamental and applied fluid mechanics. Recently they commissioned an Instron rig to perform dynamic fatigue tests on composite helicopter blades models.

Models are subjected to a static simulation of centrifugal force combined with dynamic flapping and lead-lag moments to simulate real helicopter blades. The Instron rig is used to qualify the final design and check that no fatigue damage has occurred during wind tunnel tests.

When rotating, centrifugal forces act on the blade, putting it under tension. The Instron rig uses a 25kN actuator to 'pull' the blade and replicate this tension. Torque and bend characteristics



When you do need to fly you can be assured Instron is at the heart of the aeronautical industries, and testing the heart of the engines.

BMW Rolls Royce GmbH combines two of the world's oldest established aircraft engine manufacturers. The company has developed an engineering facility and assembly plant at Dahlewitz, south of Berlin, in the former East German state of Brandenburg, and installed four Instron Series 8500 advanced servohydraulic materials testing systems.

Aircraft engine components, as well as the raw materials used in their manufacture – mainly nickel alloys – have to be tested at all temperatures likely to be encountered in operational conditions. To simulate the conditions inside an actual engine, furnaces generating temperatures up to 1000°C are needed to provide the correct environment for test specimens.

The first five 8500 machines have been used mainly for fatigue and durability testing designed to identify any susceptibility to cracking. When

the recently ordered machines are installed, they will be used for creep and relaxation testing in the same temperature controlled environments.

A key feature of the fully-digital Series 8500 machines is the control panel - very compact, yet highly flexible and easy to



high-frequency testing.

Instron's MAX software has been found to be particularly suitable for the BMW Rolls Royce materials testing laboratory. This software, which is compatible with



operate. The availability of both electric and hydraulic actuator frames has also proved very useful: the electric frames provide slow-speed stability in creep tests, while the hydraulic frames allow

Microsoft Windows, allows a variety of fatigue applications with data acquisition requirements.

Instron technology helping the Aero Industry achieve the highest standards.



are simulated by a bar placed perpendicularly against the helicopter blade, with a 5kN actuator at each end.

Differential movement of the actuators simulates torque

in the tensioned blade - whilst in-phase movement creates bend. Load cells measure the response of the blade to the forces. The motions of the actuators are controlled through waveforms generated by MAX – Instron's Windows-based multi-axis control software.

Another instance where Instron equipment helps to carry the load in the interests of safety.

INSTRON
EUROPE
Belgium, Netherlands and Denmark

ASIA
Philippines
8103/8102 Fax: 10-849-8103

TESTOR
ANYAGVIZSGÁLAT - MÉRÉSTECHNIKA
Budapest, XII. Meredek u. 45. 1538 Bp., Pf. 528
☎ 319-4782
Fax: 319-2284

520 Fax: 44-861-0411
3306 Fax: 06-337-2390
1-4541 Fax: 052-201-4542
11/2312/2313 Fax: 2-553-9180
74-1837
1-155/156 Fax: 35-723-746

NORTH/SOUTH AMERICA
Boston Tel: (617) 828-2500 Fax: (617) 575-5753

477/3478 Fax: 3-9720-3728
New South Wales Tel: 2-9983-9912 Fax: 2-9949-9069

© Copyright Instron 1996
PDS 1480

Why not have your testing application featured in Rapport?...
Call Paul Trendall on +44 1494 464646

Yes, I would like to know more about the Instron Group products and services I have ticked below.

- Accessories for Materials
- Testing Machines
- Service, Calibration and Support...
- Hardness Testing
- Spring Testing
- Impact Testing
- Fatigue Testing
- Materials Testing
- Simulation Testing
- Other

Name.....
Job Title.....
Company.....
Address.....
.....
Postal Code.....
Telephone.....
Fax.....
Instron Systems Used.....

Return to Instron Ltd, Coronation Road, High Wycombe, Bucks, England HP12 3SY
or Fax to the Marketing Dept., Instron Ltd +44(0)1494 456124

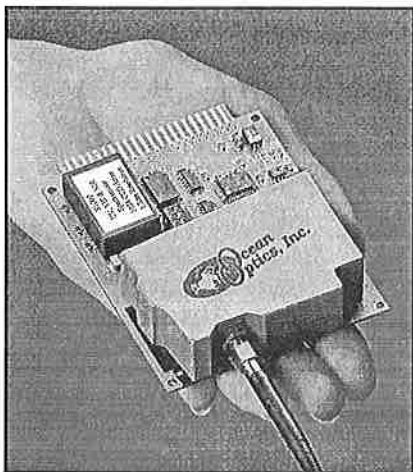
A világ legkisebb spektrométere

Papp Balázs

Az űrben minden gramm számít. Jelentős költség takarítható meg, ha az adott feladatra alkalmas készüléket a lehető legkisebb méretre zsugorítják. Így volt ez a Mars-szonda esetében is. Gondos tervezéssel faragtak le minden felesleges súlyt a felszerelt spektrométerről, melynek feladata a talaj színének mérése.

Azonban nem kell ilyen messzire mennünk. Az iparban és a biológiában is követelmény, hogy minél közelebb kerüljünk a folyamathoz, vagy a szervezethez, hogy gyorsan, minimális zavarással mérhessünk.

Ezekre a problémákra ad megoldást a floridai Ocean Optics által kifejlesztett miniatűr száloptikás spektrométer, (1. ábra).



1. ábra A számítógéphez csatlakoztatható S1000 mini spektrométer

A készülékek OEM (készülékgyártóknak szánt „lecsupasztított”) és kulcsra kész állapotban készülnek.

Az 1024 vagy 2048 elemű CCD detektorra épülő rendszerben építőkocka elven állíthatók össze különböző hullámhossz-tartományú, érzékenységu, felbontású készülékek. A lefedhető hullámhossz-tartomány: 200–1000 nm; a legnagyobb felbontás: 0,3 nm.

A készletet fényforrások, különböző üvegszálak és a legváltozatosabb felépítésű szondák teszik teljessé. Így utólag is változtatható a készülék felépítése, optimálisan alakítható a felhasználáshoz. A lehetőségek szinte korlátlanok, transzmissziós, reflexiós, abszorpciós szondák teszik teljessé a sort,

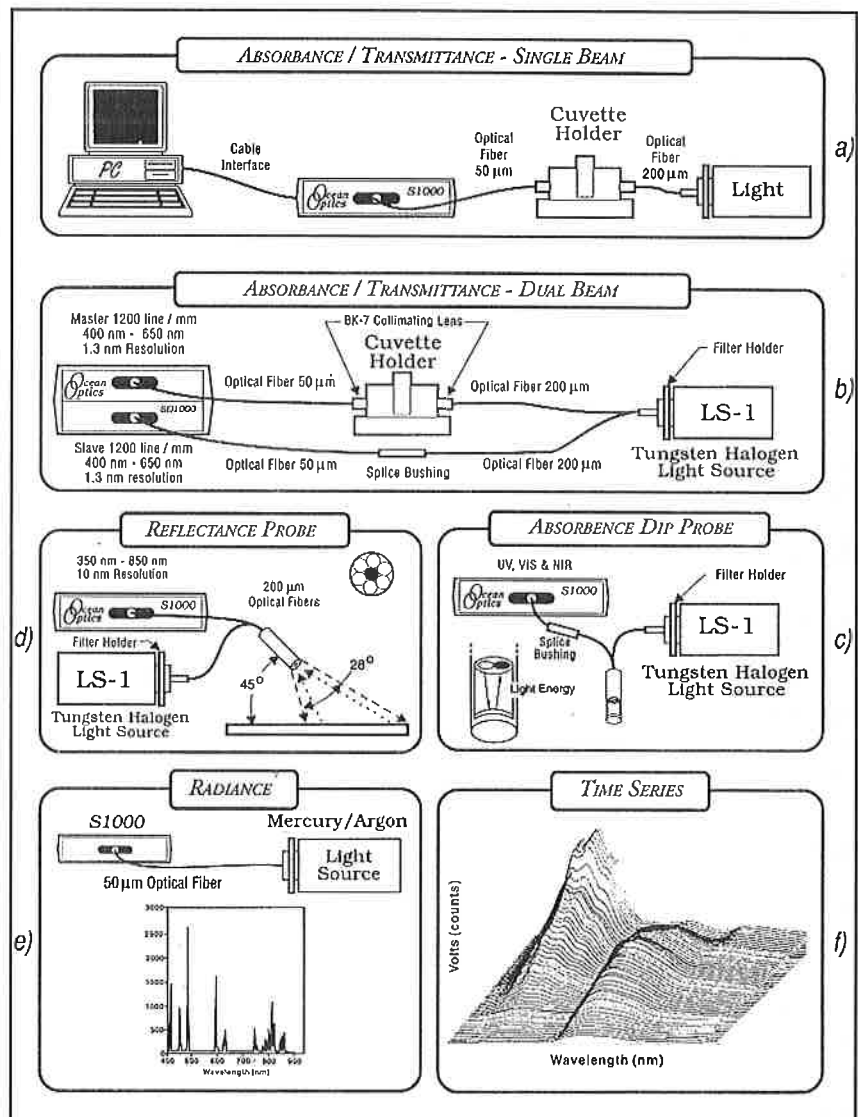
de lehetséges a fluoreszcencia és a besugárzás mérése is, (2. ábra).

A készülék alaptartozéka a sokoldalú SpectraScope program, amely lehetővé teszi spektrumok felvételét, kiértékelését. A többszörös spektrumfelvétellel dinamikus mérések végezhetők, időben lejátszódó folyamatok tanulmányozhatók, (2/f. ábra).

Nem csoda, ha a spektrométerrel a legkülönbözőbb feladatok is egyszerűen megoldhatók. Néhány gyakorlati példa:

– a vízminőség vizsgálata,

- festékek és műanyagok színének mérése,
- fényforrások (izzók, fénycsövek, világítódiódák) spektrumának mérése,
- foszfortartalom mérése égetőkemencében lángspektrometriás módszerrel,
- fermentációs folyamat nyomonkövetése,
- a lánghőmérséklet mérése,
- növények életfolyamatainak, gyümölcsök érésének vizsgálata.



2. ábra A készülék felépítésének néhány, a mérési feladattól függő változata.

Elnyelődés/áteresztés mérése egysugaras (a) és kétsugaras (b) elrendezésben. Elnyelődés mérése merülő szondával (c). Reflexió mérése (d). Sugárzás hullámhossz szerinti mérése (e) és dinamikus mérések időben lejátszódó folyamatok követésére (f).

A volfrám- és a grafitkemence atomabszorpciós tulajdonságainak kritikai összehasonlítása*

G. Holéczyová¹ – M. Matherný² – N. Pliešovcká³

Bevezetés

Az ivóvizek, forrásvizek és folyóvizek nyomelemzése során az atomabszorpciós spektrometria (AAS) lángatomizációs eljárása csak 0,1 és 0,5 mg·dm⁻³ kimutatási határ értékeket $c(X_L)$ mutat ki a Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Sb és Pb elemek számára [1]. Ezek a kimutatási határok a szennyezett vízcsoporthoz elemzésében még kielégítőek, de a fent említett vizek elemzésekor már nem alkalmasak. Ezért a vizek közvetlen elemzésére az elektrotermikus kemencetechnikákat kell alkalmazni, hogy a $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ tartományban is eredményes legyen az elemzés. Az adott analitikai követelményeknek elsősorban a volfrámkemence felelt meg. A komplex összehasonlító értékeléshez azonban a grafitkemence atomizációs paramétereinek a vizsgálata szükséges.

Az atomabszorpciós spektroszkópiai meghatározások relatív pontosságának $s(c_{x,r})$ és kimutatási képességének $c(X_L)$ a javítása a kemencetechnika alkalmazásával hatásosan megvalósítható. Ennek a progresszív technikának a relatív pontossága ± 1 és $\pm 5\%$ értékek között változik, a kimutatási határok pedig a $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ tartomány alsó határán helyezkednek el. Elsősorban *L'vov* [2] és *Massmann* [3] munkái jelentettek a grafitkemence analitikai alkalmazásban lényeges áttörés. Sajnos, az általánosan ismert elem-specifikus fémkarbid-képződés [5] lényegesen rontotta az egyes elemek kimutatási határának $c(X_L)$ értékeit, sőt, részben a koncentrációértékek $s(c_{x,r})$ relatív pontosságát is. Ezeket a negatív jelenségeket a belső grafitfal tulajdonságai váltják ki. A kimutatási képességet a grafitfal adszorpciója is csökkenti, és ezáltal a teljes elpárolgás lefolyását gátolja [5, 6], ami „memória” – jelenségekhez is vezet. Az esetleges nitrogén-argon gázkeverék alkalmazása a karbonitridek [7, 8] képződésén keresztül tovább csökkenti a kimutatási képesség értékeit. Az említett nehézségeken kívül még a grafitkemence longitudinális felfűtése is negatívan befolyásolja a grafitkemence analitikai értékelő paramétereit. Ezért *Sychra* és munkatársai [9–13] a grafitkemencét volfrámkemencére cserélték fel, ahol már csak transzverzális fűtést alkalmaztak.

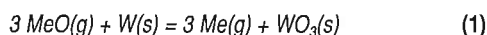
Elméleti rész

Fémkemence céljára [14] csak olyan fémek alkalmasak, amelyek olvadáspontja 3000°C fölött van. Ilyenek a következők: Os, Re, Ta és W. A termikus sajátságok szempontjából a Ta és a W a legalkalmasabb, de a W fizikai-metallurgiai paramétere (alakíthatósága) biztosítja az optimális megmunkálási feltételeket. Ezen kívül a W savakkal szembeni ellenállóképessége (a hidrogén-fluoridot kivéve) igen jó. Ezáltal a volfrámkemence korrózióját az adagolt oldatminták savtartalma csak csekély mértékben befolyásolja.

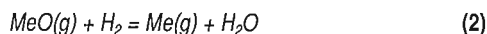
Az elméleti termodinamikai értékelés [15] a következő problémákat tisztázta. A volfrámkemence alkalmazása a felfűtésnél (temperature jump) igen nagy gradiens (kb. 30 K·ms⁻¹) alkalmazását is lehetővé teszi. Az analitikai elemek atomizációja (rekombinációja) kvázi-izoterm körülmények között játszódik le, ami pozitívan befolyásolja az analitikai

jelek képződését. Ha a minta nem tartalmaz lényeges mennyiségű szerves anyagokat, volfrám-karbid képződésével sem kell számolni. Ez a tény kíméli a volfrámkemence falát, mert nem válik törékennyé, ez növeli a kemence élettartamát.

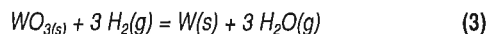
A volfrámkemencében nagy hőmérsékletek alkalmazásakor kívánatos argon+hidrogén gázkeveréket használni. Ekkor fokozatosan rekombinálandó (szabad) atomok keletkeznek a volfrámkemencében, és ezek egy része reagálhat a volfrámmal "volfrámötözetek" keletkezése közben. A stabil ötözetek gátolják az elpárolgást és ezáltal a kimutatási képességet is. A kemencében a következő tipikus rekombinációs folyamatokkal kell számolni:



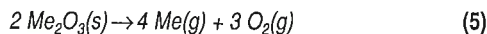
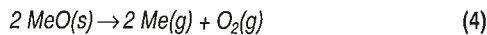
A hidrogéngáz is kivált bizonyos rekombinálandókat:



Ez a két reakciótípus rendszerint párhuzamosan lép fel, és a képződő $\text{WO}_3(s)$ a védőgázkeverék hidrogénjével elemi volfrámmá redukálódik vissza:



Ezen kívül még a termikus disszociáció is produkál rekombinált atomokat:



A fenti reakcióknál a Gibbs-energiák változása az atomizáció hőmérsékletétől igen lényegesen függ. Ebben az esetben a $G^\circ = 0$ értékek a hőmérséklete a lényeges. A Cd esetében ez a nulla-érték 1807 K-nél, a Co esetében 2597 K-nél, és a Ni esetében 3077 K-nél áll be. Ez azt bizonyítja [16], hogy redukáló atmoszférában az atomizáló volfrámmal a (3) egyenlet szerint állandóan regenerálódik.

Kísérleti rész

A kísérleteket elsődlegesen a C. Zeiss-Jena AAS Model 1 műszerrel végeztük. Ezt a készüléket a Weta 82, illetve a Weta 88 volfrámkemencével kapcsoltuk össze [17, 18], és főleg a ritkaföldfémek elemzésére használtuk [18]. A későbbiekben [19, 20] ezt az összeállítást még A/D átalakítóval, PND 85 (vagy PP 06) számítógéppel és grafikai egységgel bővítettük ki. Az átalakító egység időfelbontási kapacitása 6 ms volt. A kísérletek bebizonyították, hogy elegendő az első másodpercet regisztrálni, mert ez időn belül az egész kijelzési folyamat lefut. Az analitikai jelek kiértékelésénél *Krakovská* és *Puliš* [21] kutatásai alapján a regisztrált $I = f(t)$ függvények csúcserképei képezték a belépő adatokat. Ezen adatok segítségével szerkesztettük meg a lineáris és nemlineáris $I = f(c_x)$ koncentráció-függvényeket.

A C. Zeiss-Jena ASS 1 műszer felhasználásán kívül még a Perkin-Elmer Model 3030 műszert is kombináltuk a Weta 88 volfrámkemencével [22].

A grafitkemencés vizsgálatokban a Varian AA-30 műszert használtuk Varian GAT-96 grafitkemencével és EPSON LX-86 számítógéppel. A két utóbbi műszer-összeállításnál az időfelbontási állandó meghaladta a t_E (30, 50) ms értékeket, mert a tranziens analitikai jel kb. 6 s hosszú időperiódusát használta fel.

A volfrámkemence üzemeltetésének kísérleti adatait az 1. táblázatban állítottuk össze. A grafitkemence használata során a szárítást

* Elhangzott a 40. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlésen, Debrecen, 1997.

¹ P.J. Šafárik Tudományegyetem, Orvosi kar, Higiénia Tanszék
SK-041 080 KOŠICE, Mojzesová

² Kassai Műszaki Egyetem, Eperjesre (Prešov) kihelyezett Gyártási
Technológia Kara, Környezeti és Ökotechnikai Tanszék
SK-080 01 PREŠOV, Plzeňská 10

³ Kassai Műszaki Egyetem, Kohászati Kar, Kémiai Tanszék
SK-042 00 KOŠICE, Letná 9

egységesen 130°C hőmérsékleten, míg a roncsolást ugyancsak egységesen 430°C hőmérsékleten végeztük. Az atomizálás hőmérséklete egységesen 2450°C, a hőmérséklet-gradiens 20°C.ms⁻¹ volt.

1. táblázat

Volfrámkemence – kísérleti körülmények

Műveletek	Elemek					
	Cd	Co	Cr	Cu	Sb	Pb
H ₂ -adagolás, (dm ³ .min ⁻¹)	8.2					
Ar-adagolás, (dm ³ .min ⁻¹)	2.0					
Mintaadat-adagolás, (dm ³)	10 ⁻⁵					
1. Szárítás, (°C)	110	130	130	130	120	120
Időtartam, (s)	20	25	25	25	15	10
2. Szárítás, (°C)	180	230	230	195	200	220
Időtartam, (s)	25	25	25	25	15	10
Roncsolás (°C)	470	490	490	490	340	300
Időtartam, (s)	10					
Atomizálás, (°C)	2020	2300	2300	2200	1800	1800
Időtartam, (s)	2	1	1	2	1	1
Hőmérséklet-gradiens (°C.ms ⁻¹)	20					

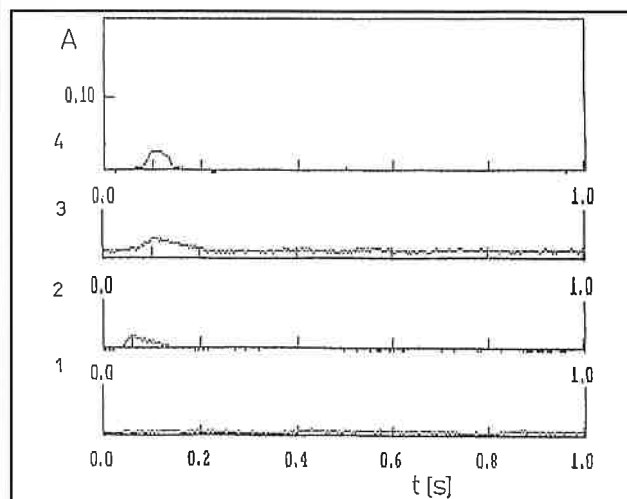
Eredmények és értékelésük

Spektroszkópiai szempontból a volfrámkemence esetében a háttérkorrekció és a vakpróba alkalmazása képezi a mátrixhatások, a kimutatási képesség és a relatív pontosság szabályozásának kulcsát [23].

A vizek nyomelemzésében a spektrokémiai aktív adalékok (pufferek) felhasználásával lehet már részben a mátrixhatásokat kiküszöbölni [23-25]. A vakpróbák főleg a vizek mátrixát képező modelloldatok felhasználásánál nélkülözhetetlenek [23, 26]. A háttérabszorpció időbeli lefutása azonban elemspecifikus, de az anionhatás is igen érzékenyen befolyásolja ennek a kialakulását. Itt két különböző eset lehetséges. Vagy monoton lefutású a háttérabszorpció, vagy az időbeli lefutás strukturált jellegű. Ez a második jelenség arra vall, hogy az atomizáció folyamán a kemence gáztere igen nagy törésindexű időbeli fluktuációt mutat. Tipikus példája ennek a jelenségnek a Cr vájtatód jelének lefutása (1. ábra). Amíg a kemencébe csak deionizált vizet adagolunk, tulajdonképpen a kemence alapvonalának az értékei érvényesülnek. A deionizált víz igen különböző strukturált háttérreket mutat ha sorrendben HCl, HNO₃ és H₂SO₄ savat adagolunk. Ha azonban a vizekre jellemző fő- és mellék-elemeket (Ca, Mg, Na, K, Fe) is adagoljuk, a háttér szerkezete lényege-

sen megváltozik. Ez a jelenség jól reprodukálható, és semmi esetre sem lehet elemspecifikus atomjel-zavarásként értelmezni. A Co, Mn, Fe és Ni vájtatódokkal végzett vizsgálatok azonos eredményekhez vezettek.

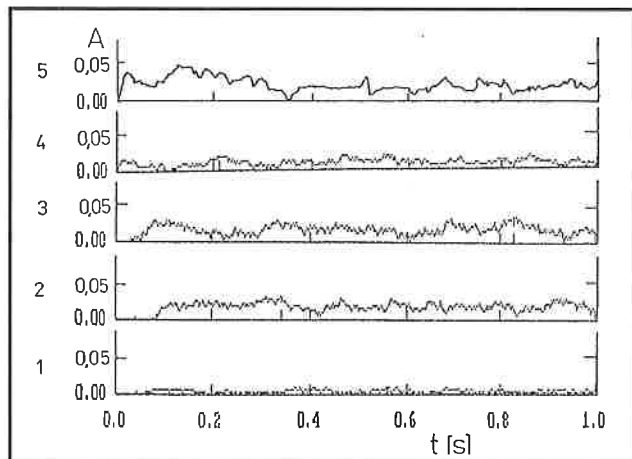
Az ellenkező példát a Cd vájtatód alkalmazása szolgáltatja (2. ábra), de az Sb és Pb vájtatódok is azonosan viselkedtek. A deionizált víz adagolása a kemencébe bizonyította, hogy ugyanúgy, mint a Cr vájtatód esetében, az észlelt abszorpanciát nem zavarja az esetleges memória-effektus, sem más zavaró tényező. A deionizált vízhez sorban adagolt HCl, HNO₃ és H₂SO₄ nem változtatta meg a háttérabszorpció időbeli monoton lefutását, tehát nem képezett strukturált háttérreket. Az adott esetekben a savak kb. 0,1 pg.dm⁻³ Cd nyomszennyezést tartalmaztak. Ez a csekély szennyezés igen kis zavaró abszorpancia-jeleket mutatott (A < 0,02). Figyelemre méltó, hogy a Gibbs-energia G^o₂₉₈ értékek [27] az említett esetekben a következők (kJ.mol⁻¹ egységben): a Cd²⁺ ionok számára csak -78, a (CdNO₃)⁺-187 és a CdSO₄ esetében már -835. Ez mutatja, hogy a nyomelemek jelentkezését az alkalmazott vegyületek Gibbs-energiája is befolyásolja.



2. ábra A Cd vájtatód jele háttérabszorpciójának időbeli lefutása különböző mátrixok adagolása esetében, volfrámkemence alkalmazása során:

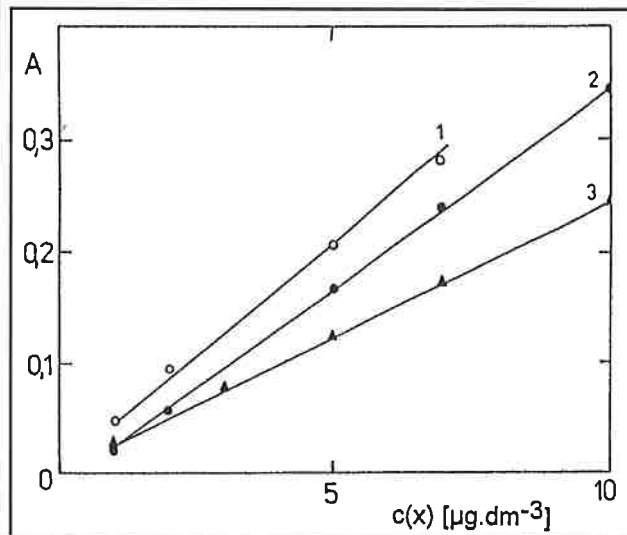
1. deionizált víz; 2. HCl mátrix; 3. HNO₃ mátrix; 4. H₂SO₄ mátrix.

Az analitikai kalibrációs függvények a 0,5 és 10 µg.dm⁻³ tartományban többnyire nem lineárisak [23, 26], de a vakpróba alkalmazása a Cd esetében egy szűkebb tartományban, és a Cr meg a Cu esetében az egész aktuális nyomelemtartományban lineáris kiértékelő egyene-



1. ábra A Cr vájtatód jele háttérabszorpciójának időbeli lefutása különböző mátrixok adagolása esetében, a volfrámkemence alkalmazása során:

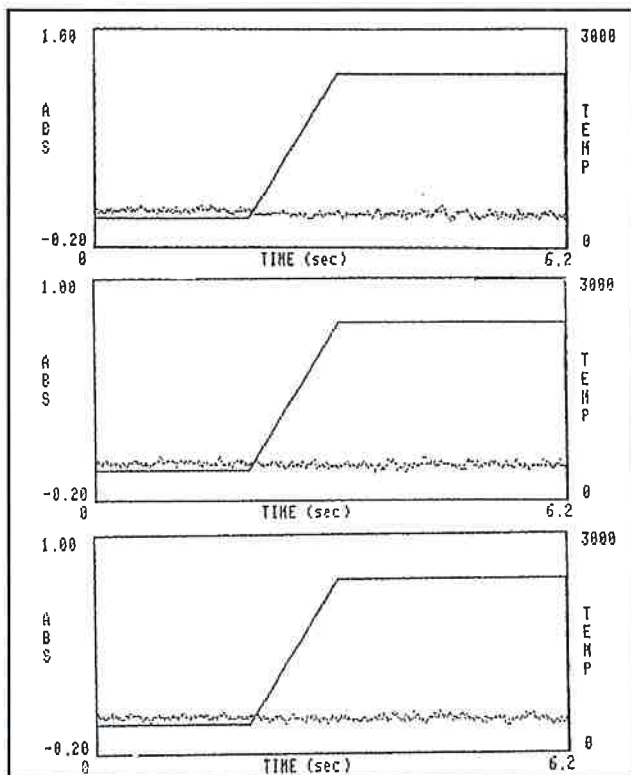
1. deionizált víz; 2. HCl mátrix; 170 mg.dm⁻³; 3. HNO₃ mátrix, 400 mg.dm⁻³; 4. H₂SO₄ mátrix, 500 mg.dm⁻³; 5. a fő- és mellék-elemek mátrixa, 50 ppm Ca, 10 ppm Mg, 100 ppm Na, 10 ppm K és 0,5 ppm Fe.



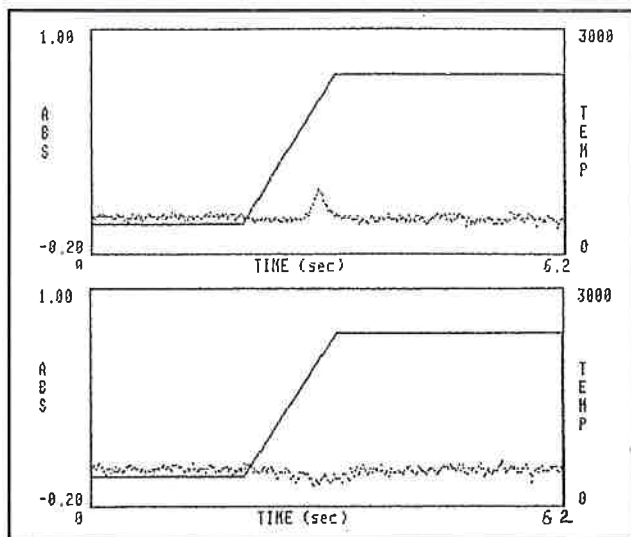
3. ábra Lineáris kalibrációs függvények volfrámkemence alkalmazása során: 1. Cd, 2. Cr, 3. Cu.

sekhez vezetett (3. ábra). Ez lényeges eredmény, mert a C. Zeiss-Jena AAS 1 műszeren nem lehet hatásosan háttérkorrekciót alkalmazni.

A grafitkemence alkalmazása során (4. ábra) Ni vájtkatód esetében a különböző mátrixelemek hatása kimutatta, hogy ebben az esetben is strukturált a háttérabszorpció időbelli lefutása. Ezen a strukturált háttéren néha nem elemspecifikus abszorbanca-csúcsok is jelentkeznek (5. ábra), de ezeket az alkalmazott háttérkorrekció eredményesen kompenzálja. Viszont ennek a kompenzációnak az ára az, hogy a háttérabszorpció fluktuációja megnő, és ez az analitikai meghatározás relatív pontosságát rontja.



4. ábra A Ni vájtkatód jele háttérabszorpciójának időbelli lefutása különböző mátrixok adagolása esetében, grafitkemence alkalmazása során: 1. Mg mátrix; 2. K mátrix; 3. Fe mátrix.



5. ábra A Ni vájtkatód jele háttérabszorpciójának időbelli lefutása különböző mátrixok adagolása esetében, grafitkemence alkalmazása során: 1. háttérkorrekció nélkül; 2. háttérkorrekció alkalmazásával.

Összefoglalás

A volfrámkemence fő előnye a grafitkemencével szemben az, hogy kiküszöböli a karbidképződés negatív hatásait. Azáltal, hogy transzverzális fűtést alkalmaz, a kemence terének hőmérsékleti homogenitása biztosítva van. Ez javítja a kimutatási képességeket, és növeli a relatív pontosságot. A volfrámkemence fala a hidrogén védőgáz hatására folyamatosan regenerálódik. Ha az alkalmazott atomabszorpciós műszer nem teszi lehetővé a háttérkorrekciót, ezt a negatív jelenséget vakpróbák alkalmazásával lehet kompenzálni.

A grafitkemence ugyanúgy, mint a volfrámkemence, elemspecifikusan strukturált vagy szerkezet nélküli háttérabszorpciót mutat. Ezt a jelenséget a háttérkorrekció nem kompenzálja, hanem elemspecifikusan növeli.

Irodalom

- [1] Holéczyová, G., Matherny, M.: Chem. Papers (1992) 46, 385
- [2] L'vov, B. V.: Spectrochim. Acta (1961) 71, 761
- [3] Massmann, H.: Spectrochim. Acta (1968) 23 B, 215
- [4] Nickel, H.: Proceedings XX. Coll. Spectr. Intern., Praha (1977) 27
- [5] Welz, B.: Atomabsorptionsspektrometrie. Verlag Chemie, Weinheim, 3. Auflage. (1983)
- [6] Dittlich, K.: Atomabsorptionsspektrometrie. Akademie Verlag, Berlin. (1982)
- [7] Wahab, H. S., Chakrabarti, C. L.: Spectrochim. Acta (1981) 36 B, 463
- [8] Ortner, H. H., Kantuscher, E.: Talanta (1975) 22, 581
- [9] Sychra, V., Koliňová, D., Vyskočilová, O., Hlaváč, R.: Anal. Chim. Acta (1979) 105, 263
- [10] Vyskočilová, O., Sychra, O., Koliňová, D.: Anal. Chim. Acta (1979) 105, 271
- [11] CSSR Patent No. 17 47 28 (1977)
- [12] Püschel, P., Formánek, Z., Hlaváč, R., Koliňová, D., Sychra, V.: Anal. Chim. Acta (1981) 127, 109
- [13] Sychra, V., Doležal, J., Hlaváč, R., Petráš, L., Vyskočilová, O., Koliňová, D., Püschel, P.: JAAS (1991) 6, 527
- [14] Puliš, P.: Acta Metallurg. Slovaca (1997) 3, 630
- [15] Krakovská, E., Rybárová, Z.: Sammelband 6. Coll. Atomspekt. Spurenanalytik, Konstanz, Perkin-Elmer Ed. (1991) 87
- [16] Krakovská, E.: Chem. listy (1992) 86, 556
- [17] Krakovská, E.: JAAS (1990) 5, 205
- [18] Krakovská, E.: Zborník ved. prác VŠT Košice (1990) 413
- [19] Krakovská, E.: Súčik, G.: Chem. listy (1991) 312
- [20] Krakovská, E.: CLB Chem. Lab. Biotechn. (1991) 42, 247
- [21] Krakovská, E., Puliš, P.: Spektrochim. Acta (1996) 51 B, 1271
- [22] Holéczyová, G., Matherny, M.: Sammelband CANAS '95, Konstanz (1995) 115
- [23] Holéczyová, G., Matherny, M., Pliešovská, N.: Chem. Papers (1997) 51, 81
- [24] Krakovská, E., Puliš, P.: Sonderband CANAS '93 Uni. Leipzig (1993) 357
- [25] Krakovská, E.: Acta Metallurg. Slovaca (1997) 3, 593
- [26] Holéczyová, G., Matherny, M., Pliešovská, N.: Book of Abstracts 40th Hung. Conf. Spectrochemistry, Debrecen (1997) A 31
- [27] Lidín, R. A., Andreeva, L. L., Molochko, V. A.: Sprevocnik po neorganicheskoj chimii. Chimia, Moskva (1987)

A TESTOR kiállítási programja 1997 őszén

Cégünk, az Anyagvizsgálók Lapja 1997/1–2. számában közölte képest, az alábbi rendezvényeken vesz részt kiállítással, ahol szakértőink készséggel tájékoztatják Önöket kínálatunkról.

Nemzetközi Kolorisztikai Szimpózium, Tata, szeptember 10–12. (MKE)

Hídász Napok, Miskolc-Tapolca, szeptember 16–18. (MÁV)

Ütiügyi Konferencia, Székesfehérvár, szeptember 17–19. (KTE)

Emlékkülés a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete alapításának 100. évfordulójára, Miskolc, október 6. (MAB)

VI. Országos Törésmechanikai Szeminárium, Miskolc, október 7–8. (BAYLOGI)

38. Hídmérnöki Konferencia, Budapest, október 7–9. (ÉMÁK)

Vektor 2. Konferencia, Balatonfüred, október 14–16. (Vektor Kft.)

Magyar Minőség Hét, Budapest, november 9–13. (MMT)

XVI. Finomkerámiai Nap, október (SZTE)

Beton Konferencia (SZTE)

Megjegyzés: zárójelben a rendező intézmény

Porkohászati termékek ellenőrzése rezonancia módszerrel

Az autók számos alkatrésze készül porkohászati technológiával: sajtolással és az azt követő zsugorítással. Ezen tömegtermékeknek a vizsgálata a hagyományos módszerekkel – bele értve a raszter pásztázó módszert is – költséges. Ugyanakkor a minőségbiztosítás növekvő igénye, hogy valamennyi gyártott alkatrészt roncsolásmentesen megvizsgáljanak és az eredményt dokumentálják.

Rezonancia vizsgálattal még a következő igények is kielégíthetők:

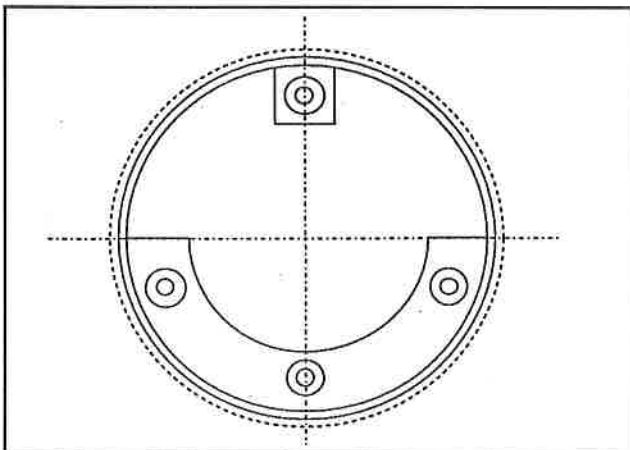
- A vizsgálandó darab egészének ellenőrzése néhány másodperc alatt.
- Az eredmények értékelése teljesen automatizáltan – bármely emberi beavatkozás nélkül – és az ellenőrzött darabok szétválogatása a minőségük szerint.
- A vizsgálathoz ne legyen szükség csatolásra.

Az 1. ábra szerinti 155 mm átmérőjű kerék automatizált szétválogatásához ajánlatot dolgoztak ki.

A betanuláshoz 18 db kerék állt rendelkezésre. Ezekből 14 db volt megfelelőnek és 4 db pedig meg nem felelőnek minősítve. A megfelelőnek minősítettek közül csak tíz darab mutatott csaknem azonos tulajdonságokat. Egy-egy darabnak a tömege volt a többinél nagyobb, illetve kisebb (max., min.). Két darabnak elfogadhatónál nagyobb volt a sűrűsége.

Amint a 2. ábra mutatja: a rezonancia 9 és 10 kHz közötti tartományában a darabok egyértelműen szétválogathatók voltak, mégpedig:

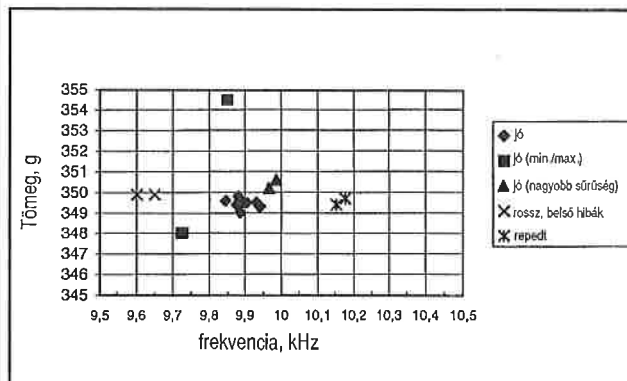
- valamennyi megfelelőnek minősített kerék – amelyeknek mérete és sűrűsége is az elfogadható határok között volt – rezonancia frekvenciája 9,7 – 10 kHz között volt.



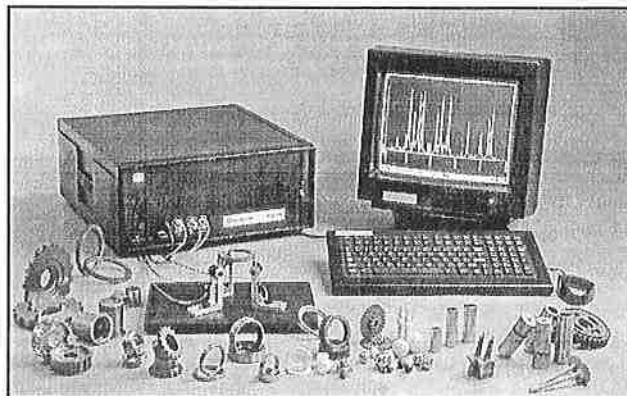
1. ábra A vizsgált kerék

– valamennyi meg nem felelő alkatrész rezonancia frekvenciája e tartományon kívül esett, mégpedig a belső hibákat tartalmazó daraboké az alsó határ alatt, a repedt daraboké pedig a felső határ felett volt.

A vizsgálathoz alkalmas készülék az RTS 20 rezonancia vizsgáló rendszer (3. ábra) és 3 db kúpos végű vizsgálófej, ebből az egyik az adó, a másik kettő a vevő.



2. ábra A kerék rezonancia frekvenciája a tömege függvényében



3. ábra Az RTS 20 rezonancia vizsgáló rendszer a jellegzetes vizsgált alkatrészekkel

Fékbetétek ultrahangos vizsgálata

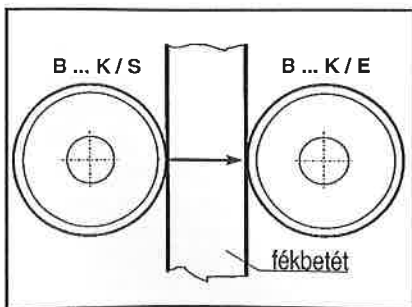
Ahhoz, hogy a fékbetétek a felhasználásuk teljes időtartama alatt megbízhatóan és biztonságosan működjenek az szükséges, hogy roncsolásmentes vizsgálattal ki lehessen szűrni az eltérő sűrűségű és szélső esetben, a rétegesen elvált darabokat.

Azért, hogy a fékbetéteknél elkerülhessük a csatolószer okozta esetleges fizikai elváltozást és a bonyolult szárítást, „száraz” vizsgálófej-csatolás alkalmazása szükséges. Ez megvalósítható a B...K/S-E gördülő vizsgálófejek használatával, amelyekkel még a nagy méretű betétek is folyamatosan pásztázhatók, (1. ábra). A fékbetét csökkent sűrűségét az átsugárzó jel csökkenése jelzi, míg a jelvesztés nagy kiterjedésű

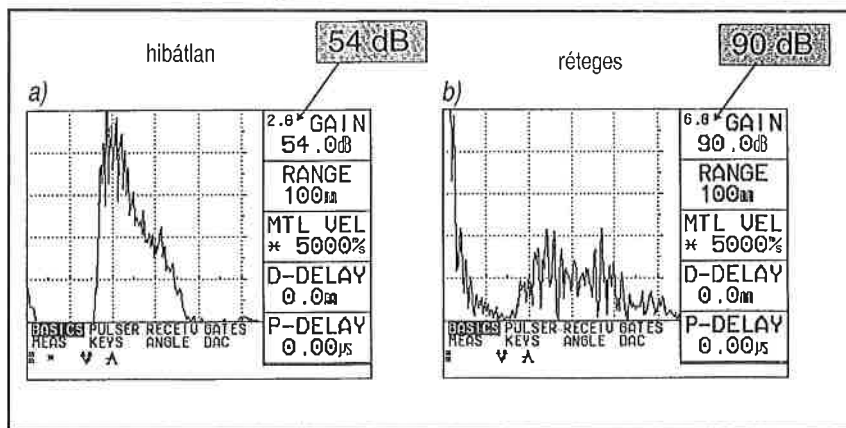
réteges elválásra utal. A 2/a. ábra egy hibátlan fékbetét, míg a 2/b. ábra egy réteges fékbetét A-képét mutatja.

A vizsgálathoz alkalmas eszközök:

- USN 50, USN 52, vagy USD 15 típusjelű ultrahangkészülék és
- BO,5K/S, BO,5K/E vagy B 1 K/S, B 1 K/E vizsgálófejek.



1. ábra



2. ábra

Instron szoftver a Marks & Spencer textilvizsgáló módszereihez

A Marks & Spencer márkanév ismerősen cseng, hisz a világ egyik vezető ruháipari és divatcége; hazánkban is számos üzlete nyílt az elmúlt években. Üzletpolitikájuk egyik sarkalatos pontja: kizárólag minőségi termékek árusítása, melynek köszönhetően a Marks & Spencer márkanév egyet jelent a tartós, jó minőségű ruhadarabbal. Ahhoz, hogy ezt a magas fokú és állandó minőséget garantálni tudják, szükség volt egy egységes minőségbiztosítási és vizsgálati rendszerre. A mechanikai vizsgálatok terén az Instron Ltd.-et kérték fel a feladat megoldására.

Egy-egy ruhadarab esetén igen sok vizsgálati feladat jelentkezik, kezdve az alapanyag szakítószilárdságától a varrások hossz- illetve keresztirányú teherbíró képességéig.

Ezen vizsgálatok egységes végrehajtása és a mért adatok kiértékelése céljából született a Marks & Spencer szoftver, amelyet teljes egészében az Instron Ltd. fejlesztett ki. Az állandó és garantált minőség szavatolása érdekében a Marks & Spencer beszállítótól is megköveteli, hogy a termékek vizsgálata és minőség-tanúsítása az említett szoftver és a javasolt Instron szakítógépek konfiguráció alapján történjen.

A szoftver elkészült, tesztelése és értékelése egy független, akkreditált laboratórium (Intertekservices Leicester Lrd.) által az 1997-es évben befejeződött. A szoftvert több, mint 9 hónapon keresztül tesztelték, mely idő alatt is számos továbbfejlesztés történt. A szoftver értékelése kiváló lett. Az értékelés kiemeltéi többek között a szoftver rendkívüli felhasználóbarát természetét, egyszerű kezelhetőségét.

A szoftver a következő Marks & Spencer tesztek végrehajtására alkalmas:

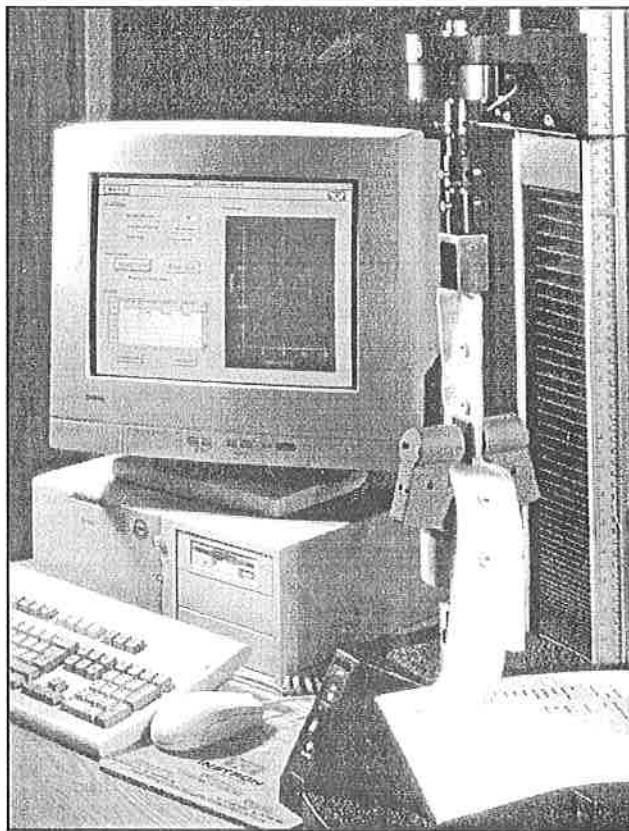
- P11 Szakítószilárdság.
- P12 A szövet varrásra való alkalmasságának megállapítása.
- P14 Elasztomer szövetek és keskeny szövetek nyúlása, modulusa.
- P14A Szegély, csipke nyúlása, modulusa.
- P15A Max. 10% vagy annál kevesebb műszál tartalmú anyagok (pl. fémhímű) nyúlása, modulusa, maradó nyúlása.
- P98 Szövetek nyírás, hasítási szilárdsága (pl. kárpit szövetek).
- P115 Különböző ruha-kiegészítők biztonsági vizsgálata (patent, gomb, szegecs, csat stb. legépéséhez szükséges erő). (Lásd fotónkat)

A szoftver Windows környezetű, a kezelőnek csak a vizsgálati módszert kell a felsoroltak közül kiválasztani. Minden egyes teszt-metódusnak hasonló és felhasználóbarát kialakítása van. A vizsgálattal kapcsolatos információk mind a képernyőn, mind nyomtatott formátumban megjelennek. A vizsgálati paraméterek automatikusan kiválasztásra kerülnek a vizsgált anyagtól függően, melynek következtében a program nem követeli meg a felhasználó magas fokú képzettségét és sokéves tapasztalati háttérét. A képernyőn megjelenő üzenetek

a vizsgálatok biztonságosságát is fokozzák. A vizsgálat végrehajtása, az adatok gyűjtése és kiértékelése teljesen automatikusan történik, felgyorsítva ezáltal a vizsgálatot és minimalizálva a tévedés lehetőségét. A szoftver on-line help programja igyekszik a felhasználót segíteni.

A vizsgálat végén a végeredmények automatikusan jegyzőkönyv formátumban kinyomtatásra kerülnek.

A program kompatibilis a 4200, 4300 és 4400 sorozatú Instron gépekkel.



A korrózió kockázatának becslése vasbetonban

A vasbeton szerkezetek korróziós károsodásának becsléséhez jól használható eljárás megmérni a beton felületének villamos ellenállását, mégpedig a Wenner-féle négyponthoz hasonló módszerrel, amely előnyösen kombinálható a villamos potenciál méréssel, amelyhez a Canin készülék kiválóan alkalmas (Anyagvizsgálók Lapja 1994/1.p.27. és 1994/2.p.BII.)

Ugyanis, az acél korróziója a betonban áramot termelő elektrokémiai folyamat, amely oldhatja a fémeket. Minél kisebb a beton villamos ellenállása, annál könnyebben áramlik a korróziós áram a betonban és annál nagyobb a valószínűsége a beágyazott vas korróziójának. A fémvesztés az idő függvénye, azaz a korrózió sebessége is nagyobb a kisebb ellenállású helyeken.



A svájci Pocequ cég új műszere a RESI ellenállásmérő (fotonk) $\pm 1 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ pontosan méri a villamos ellenállást. A mért és a min./max. értékek nagyméretű LCD kijelzőn olvashatók. A mérés megbízhatósága az áramfolyásból becsülhető.

A beton felületén mért ellenállás a helyi állapottól és a környezettől függően nagyon különböző lehet. A RESI mérőműszerrel azonban akár az egész felületre kiterjedően végezhető mérések és a mért adatok grafikus megjeleníthetők, így behatárolhatók a vas korróziójából eredő mezők. A RESI mérőműszer EXCEL formátumban 7200 mért értéket képes tárolni. Az adatok RS 232C-vel átvihetők a PC-re a további adatfeldolgozás és grafikus megjelenítés céljából. A RESI könnyen kezelhető, tömege alig 1 kg; egy elemkészlettel 30 órán át működtethető.

A SHEEN INSTRUMENTE LTD. a világ legnagyobb szállítójává kíván válni – nyilatkozta Alan Routs ügyvezető igazgató a cég alapításának 50. évfordulója alkalmából. A testékek és a festék- és műanyag bevonatok vizsgálatához szükséges készülékek fejlesztésére és gyártására szakosodott cég termékeinek, például az automatizált, pneumatikus működtetésű és vezérlésű próbatestfestő készülékek, a viszkoziméterek, az időjárás viszonyokat szimuláló vizsgálókamrák 70%-át exportálják már jelenleg is a tengerentúrra. A cég vezető szerepének megőrzése érdekében bővítik a korszerű CAD-módszereket alkalmazó tervező és fejlesztő részlegeiket.

(Forrás: Paint & Ink International 1997/Jan.-Febr. p. 20.)

A XXI. század szerkezeti anyaga a szénszál

Kovács József*

A St. Louis-i székhelyű Zoltek cég tulajdonában lévő Zoltek Magyar Viscosa Rt.-nél 1997. július hónapban megkezdődött a kísérleti szénszálgyártás.

A történet 1995. december 8-án kezdődött, amikor a Magyar Viscosa Rt. privatizációja lezárult és a részvények közel 100%-a a Zoltek cég tulajdonába került. Az új tulajdonos a világ egyik legjelentősebb szénszálgyártója.

Nyergesújfalun nemzetközi mércével mérve is jelentős szénszál- és prekurzorgyártó kapacitás létrehozása kezdődött meg. Várhatóan augusztus második vagy szeptember első felében a kísérleti gyártás nyomán megkezdődik az ipari méretű szénszálgyártás hazánkban. Ennek apropóján, egy rövid történeti áttekintés után, ismertetem a hazánkban még alig ismert szénszál legfontosabb tulajdonságait.

Történeti áttekintés

A század elején Thomas Edison alkalmazott először elszenesített szálát izzószálként a kifejlesztés alatt levő izzólámpában. Az elszenesítésre bambuszt és viszkózszelymet használtak. A későbbiekben a szénszálakat csak viszkózszelyemből készítették, és hőszigetelő anyagként alkalmazták. Azonban ez az anyag nem volt versenyképes az üvegszállal, mivel az említett elszenesített szálak nem a mai nagy hőmérsékletű kezelési útján készültek, és nem rendelkeztek a mai szénszál (CF) kiemelkedő mechanikai és vegyi tulajdonságaival. A nagy szakítószilárdságú szénszálak kifejlesztésének a Wright-Patterson Repülőgyár által megkezdett munka adott lendületet az ötvenes években.

A hidegháborús időszak végéig a szénszál alkalmazási területei az űrkutatás, az atomenergia-ipar, a rakéatechnika, a repülőgyártás és a haditechnika voltak, mivel ezeken a területeken a szénszál alkalmazásával jelentős eredményeket lehetett elérni, így a magas ár (200–500 USD/kg) nem játszott szerepet. Azonban a piac is meglehetősen behatárolt volt, így kialakult a magas ár → alacsony piacigény → kis mennyiségű termelés → magas ár ördögi köre.

A kelet-európai változások következtében ez a piac is elveszni látszott a hadiipari költségvetés nagyarányú csökkenése folytán. Ekkor alapvető piaci szemléletváltásra volt szükség. Éljenjártó szerepet játszott és napjainkban is játszik a Zoltek Corp., mivel felismerte, hogy a kitérés útja a termelés automatizálásával, a termelési volumen feltuttatásával az árak csökkentése és a piac jelentős kiszélesítése. A Zoltek által tervezett piaci ár 2000-ben: 11 USD/kg.

Napjainkban **szénszálakat készítenek** viszkózszelyemből, kátrányból és poliakrilnitrilből (PAN). A PAN alapú szénszálgyártás a legelterjedtebb, amely két lépésben történik: egy nyújtással egybekötött oxidálásból (stabilizálás) és egy nagy hőmérsékletű inert atmoszférában történő szenesítésből áll.

Szilárdsági jellemzők

A szakítószilárdság és a Young-modulus szempontjából a CF az alábbiak szerint osztható:

Kiemelkedően nagy modulus (Ultra High Modulus, UHM)	$E_y > 450$ GPa
Nagy modulusz (High Modulus, HM)	$E_y > 350$ GPa
Közepes modulusz (Intermediate Modulus, IM)*	$E_y > 200$ GPa
Kis modulusz (Low Modulus, LM)	$E_y < 100$ GPa

* Zoltek Magyar Viscosa Rt. Szénszál üzletág

Szuper nagy szakítószilárdság (Super High Strength, SHT)	$\sigma_s > 4,5$ GPa
Nagyon nagy szakítószilárdság (Very High Strength, VHS)	$\sigma_s > 4,0$ GPa
Nagy szakítószilárdság (High Tensile Strength, HT)*	$\sigma_s > 3,0$ GPa

* A Zoltek-termékek az IM és a HT kategóriákba tartoznak.

A CF szilárdsági jellemzőit az I. táblázat alapján összehasonlíthatjuk az acél, az alumínium, a titán, az E és az S üvegszálak jellemzőivel. A jobb összehasonlíthatóságot segítik a sűrűségarányos E_y/γ modulusz és a σ_s/γ szakítószilárdság mérőszámok, amelyekkel az egységnyi tömeggel biztosítható merevséget és szilárdságot jellemezhetjük. Ennek jelentősége a légi, a vízi, a vasúti és a közúti szállításban van, de nem elhanyagolható a forgó alkatrészeknél és a tartószerkezeteknél sem.

I. táblázat

Szerkezeti anyagok szilárdsági jellemzőinek összehasonlítása

Anyag	E_y GPa	σ_s MPa	sűrűség g/cm ³	E_y/γ MJ/kg	σ_s/γ kJ/kg
CF	228	3600	1,78	128,1	2022
Acél	206	420	7,80	26,4	54
Alumínium	69	260	2,56	27,0	101
Titán	112	980	4,45	25,0	220
S üveg	85	4500	2,49	34,1	1807
E üveg	56	1560	1,95	28,1	800

Szokás még valamely anyagot a többihez viszonyítva is értékelni az azonos jellemzők hányadosával, mint dimenzió nélküli mérőszámmal. Esetünkben a CF szénszál és más anyag (A) sűrűségarányos jellemzőinek hányadosait, azaz a $(E_y/\gamma)^{CF}/(E_y/\gamma)^A$ illetve $(\sigma_s/\gamma)^{CF}/(\sigma_s/\gamma)^A$ viszonyítási számokat a II. táblázat szemlélteti.

II. táblázat

Anyag (A)	Acél	Alumínium	Titán	E üveg	S üveg
$(E_y/\gamma)^{CF}/(E_y/\gamma)^A$	4,85	4,74	5,12	4,49	3,76
$(\sigma_s/\gamma)^{CF}/(\sigma_s/\gamma)^A$	37,40	20,02	9,19	2,53	1,12

A dimenzió nélküli mennyiségek segítségével könnyen végezhetünk összehasonlító számításokat, például egy adott szakítószilárdság biztosításának anyagszükségletéről és költségeiről.

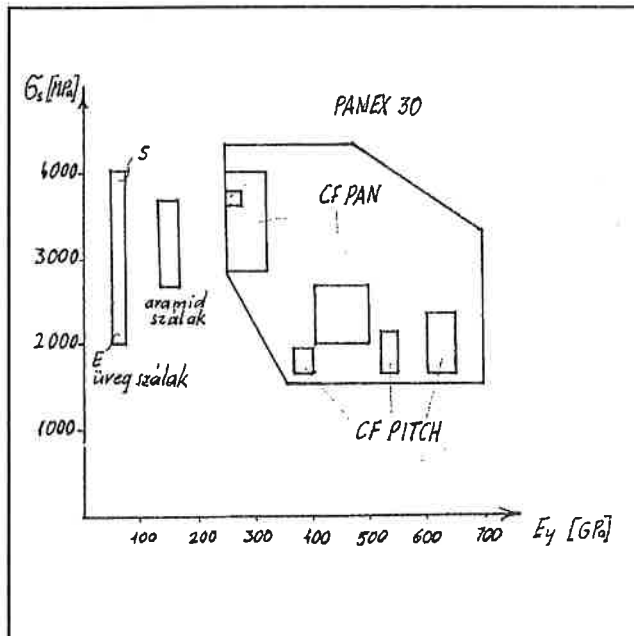
Az összehasonlító számítások alapjául a Zoltek termékét, a Panex 33 szénszál szilárdsági jellemzőit vettük figyelembe.

Az összehasonlító adatok alapján igazolódik a szénszálak alapszlogenje: **A szénszál szilárdabb, mint az acél, merevebb, mint a titán és könnyebb, mint az alumínium.**

Az ábrán az üvegszálak, az aramidszálak és a szénszálak egymáshoz viszonyított elhelyezkedését láthatjuk a szilárdsági jellemzők mezejében.

A szénszál az előnyös szilárdsági tulajdonságain kívül még a következő tulajdonságai miatt is kiemelkedik a többi ipari, illetve textilipari szál (szálasanyag) közül:

- kiemelkedő a vibrációt tompító képessége,
- alacsony csúszási tendencia,



- vegyileg semleges,
- korrózióálló,
- kicsi a hőtágulási együtthatója,
- jó a hővezető képessége,
- jó a hő- illetve tűzállósága,
- kicsi a röntgensugárzást elnyelő képessége,
- nem mágneses, illetve nem mágnesezhető,
- jó az elektromos vezetőképessége,
- biológiailag kompatibilis,
- a gyártás utolsó stádiumában („sizing”) a szénszál előkészíthető arra, hogy az alkalmazandó matrix anyaghoz vegyileg is kapcsolódjon.

Szénszál erősítésű kompozitok

A szénszálak mechanikai tulajdonságaikat és hőállóságukat tekintve felülmúlják a polimer Aramid-, a (HM-PE)- és az üvegszálakat. Ez azt jelenti, hogy a nagy teljesítményű kompozitok közül a szénszálaknak van a legszélesebb alkalmazási területe. Tekintsük át a különböző szénszál-erősítésű kompozitok fajtáit röviden.

Szénszál erősítésű polimer matrixú kompozitok (CFRP – Carbon Fiber – Reinforced Polymer)

A szénszál kiváló erősítő anyaga a műanyagoknak, mivel a műanyagok önmaguk is szívósak, merevek és kis fajsúlyúak. A CF nagy modulusza a kompozitot még merevbbé teszi és mivel a műanyagoknak jók az adhéziós tulajdonságai a CF-hez, így egy kiváló minőségű struktúrát képesek alkotni.

A III. táblázatban láthatjuk a CF hatását, mint erősítő anyagét a Nylon 6/6 matrix mechanikai jellemzőire.

III. táblázat

Tulajdonságok	Nylon 6/6	30% örölt CF	30% vágott CF	30% CF Tows
Szakítószilárdság (MPa)	77	111	245	280
Young-modulusz (GPa)	2,8	8,9	10,2	11,6
Hajlítószilárdság (MPa)	112	177	357	372
Hajlító modulusz (GPa)	2,9	10,4	20,2	21,6
Nyomószilárdság (MPa)	63	98	–	–
Hőtágulási együttható (10 ⁻⁴ cm/°C)	2,05	0,68	0,48	–
Elektromos ellenállás (Ω/cm)	10 ⁵	10 ³	10 ²	–

A szénszálakat különböző formában alkalmazhatjuk a kompozitok előállításánál: kábel, fonal, prepreg anyag, szövet, gyékényszövet, labdac, különböző zsinór, fonat, örmény, vágott szál.

A VI. táblázatban az epoxi matrixba ágyazott kétfajta szénszövet alkalmazásával nyerhető tulajdonságokat láthatjuk.

IV. táblázat

Tulajdonság	Erősítő szövet	
	Atlasz selyemszövet	vászoniszövet
Szakítószilárdság (MPa)		
láncirányban	628	559
vetületi irányban	628	559
Young-modulusz (GPa)		
láncirányban	70	66
vetületi irányban	70	66
Nyírószilárdság (MPa)	63	66

A CFRP kompozitok felhasználási területei:

- a repülőgép- és autóiparban kardántengelyek, karosszéria-elemek, forgó alkatrészek, akkumulátorházak, valamint tűzálló, nagy szilárdságú belső borítóelemek és padlószervezetek gyártásához;
- szállító konténerek, tartályok, metántartályok készítéséhez;
- szerkezetek, például hidak, műemlékek, utólagos megerősítéséhez;
- az építőiparban tűzálló ajtók és falak készítéséhez;
- sporteszközök, például teniszütők, silécek, golfütők gyártásához.

Szénszál erősítésű szénmatrixú kompozit

(CFRC Carbon Fiber – Reinforced Carbon)

A CFRC kompozitok kitűnő tulajdonságokkal rendelkeznek magas hőmérsékleten a CF és matrixanyag kiváló hőterhelhetőségének köszönhetően. Következésképpen kiválóan alkalmazhatóak nagy olvadáspontú anyagként a bonyolult tervezési területeken, mivel megfelelő szilárdságúak és vegyileg semlegesek még a rendkívül magas, 1500°C feletti hőmérsékleteken is.

A CFRC kompozit kiválóan alkalmazható például kerékfékbetétként, vagy az űrhajózásban és a rakétechnikában például az orrszél burkoló anyagként.

Fékbetétként történő alkalmazása mellett az anyagnak három tulajdonsága is szól:

– Az első, a szerkezetnél elérhető *súlycsökkenés*; például a vadászrepülőgépeknél a CFRC tárcsafékek alkalmazásával 70%-os súlycsökkenést sikerült elérni a fékrendszerrel, ami fékezett kerekeként 60–100 kg tömeg-megtakarítást jelent. Ez a tömegcsökkenés egy szállítórepülőgép esetén ennek a többszöröse is lehet, ami, a felszállási súly állandóságát elfogadva, komoly hasznos teher-növekedést jelent. Ezek a megfontolások igazak a nagy méretű szállító közúti és vasúti járművek esetén is.

– A másik, az anyag nagy *hőterhelhetősége*. Köztudott, hogy fékezéskor a jármű mozgási energiája súrlódási munkává alakul és hőenergia formájában jelenik meg; ezt a hőt folyamatosan el kell vezetni a fékrendszerrel, ellenkező esetben a fékhatás csökken, illetve megszűnik. Amíg a hagyományos fékek esetén a hőmérséklet 1000°C-ra emelkedése esetén a fékek súrlódási tulajdonságai teljesen leromlanak és még a szilárdsági tulajdonságai is csökkennek, sőt további hőmérséklet-emelkedés esetén az anyag megfolyása is előfordulhat, addig a CFRC fékek alkalmazása esetén a fékbetét megőrzi súrlódási tulajdonságait több, mint 2000°C-ig és a kompozit szilárdsági tulajdonságai még javulnak is, hiszen a CFRC szilárdabb 2000°C-on, mint 20°C-on.

– A harmadik tulajdonság: a *jó hővezető képesség*, amely a

keletkezett hőenergia viszonylag gyors elvezetését és átadását biztosítja a fékrendszerrel a környezetbe.

Ezen tulajdonságok alapján a CFRC kompozitok előtt nagy piaci perspektíva látható, nemcsak a repülőiparban, de a nagy tömegű gépjárművek és vasúti járművek esetében is. Különösen fontos az alkalmazása a hegyi közlekedésben résztvevő közlekedési eszközöknél, mivel itt a helyzeti energia átalakítása is a fékek feladata.

A jó sűrűdési tulajdonságai miatt a CFRC kompozit teret nyerhet még a sűrűdő tengelykapcsolók betéteiként is.

Szénsszál erősítésű fémmátrixú kompozit
(CFRM Carbon Fiber Reinforced Metal)

A fém mátrixú kompozitok előállításuk sokkal bonyolultabb, mint az organikus mátrixú kompozitoké, mivel a gyártási folyamat nagy hőmérsékleten és nyomáson megy végbe.

CFRM kompozitnak három ismert gyártási eljárása van:

- a diffúziós bevonás,
- a galvanizálás és
- a folyékony fém beszívárogatás.

A legismertebb CFRM kompozitok:

CFR – Alumínium: galvanizálással, illetve folyékony fém beszívárogatással készül. A kompozit tulajdonságai azt mutatják, hogy a szénsszál kedvező tulajdonságai jól érvényesülnek a kompozitban.

CFR – Ólom – ón-ötvözet: jó siklasi tulajdonságokkal rendelkezik, kiváló csapágyfém.

CFR – Nikkel: a gyártási eljárás rendkívül bonyolult és költséges. A kompozit nagy hőmérsékleten vagy oxidációs környezetben elveszti kedvező tulajdonságait. Ez a kompozit nem túl elterjedt.

Feszített betonszerkezetek

Előfeszített szerkezetek: az előfeszített szénsszál pászmákat kiöntik betonnal és kötés után az előfeszítés mintegy nyomja a szerkezetet. Áthidaló szerkezeteknél a húzófeszültséget közömbösíti ez az eljárás.

Utófeszített szerkezetek: a betonelemben kialakított csatornába bevezetik a szénsszál pászmákat, és a beton kötése és az elem beépítése után a pászmákat a várható terhelésnek megfelelően megfeszítik. A szénsszál különösen előnyös tulajdonságai ebben az esetben a szilárdsági jellemzőkön kívül a korrózióállóság, és speciális esetekben, a nem mágnesezhetőség.

Szál erősítésű beton (szálasbeton, „hajasbeton“)

A beton keverésekor vágott szálat adagolnak az anyagba. A kevert szálak javítják a szívósságot. A töréshatáron a törés sokkal nagyobb alakváltozás után következik be.

Lőttembeton illetve lőttembarcs technológiával a kevertszálas anyagokat elterjedten alkalmazzák alagutak belső védőrétegének a kialakításához, mivel egyszerűbb, mint egy tartóháló felszerelése a burkolás előtt.

A szénsszál szövetek, illetve kötött termékek alkalmazási körei

A szénsszál szövetek a hőárványkölő, elsősorban a hőszugárzás elleni védelmi szerkezetek és a kompozitok erősítő anyaga, a hőálló szálítószalagok alapanyaga.

A szénsszál háló a hő-, illetve vegyszerálló festékek, bevonatok alkalmazása esetén mint tartószerkezet működik a bevonat kötéséig, kötés után pedig mint erősítő tartóelem.

A kötött szénsszál a hő- és lángvédelmi eszközök alapanyaga, és a CFRC kompozit alapanyaga.

Oxidált szál

Az oxidált szál a PAN-szál hőstabilizációjából származik.

A PAN-fonal oxidált szálból keresztcsévélt kivitelben készülő többágú fonal; (a termék neve a Zoltek cégnél Pyron). Ez a fonal vegyiellenálló, termikusan stabil és alkalmas különböző célból felhasználható

textilipari termék készítésére.

Az oxidált szál széntartalma 62%, fajsúlya 1.35 g/cm³.

A kötött oxidált PAN-kelme vegyiellenálló, termikusan stabil, ezért több célra is felhasználható, például hóálló (tűzálló) munkavédelmi eszközök készítésére.

A Pyron kötött kelme megtartja az akril jó kezelhetőségi tulajdonságait és emellett még kiváló termikus stabilitást és vegyi ellenállást mutat. Ezért kiválóan alkalmazható magas technikai színvonalú védőkelmeként. A belőle készült bonyolult formák elszenesíthetőek és így különleges bonyolult formájú szénsszál kelme is előállítható.

Az oxidált PAN-szövet még rendelkezik az akril előnyös kezelhetőségi tulajdonságaival, és kiváló termikus stabilitást és vegyi ellenállást mutat. Ezen tulajdonságai alkalmassá teszik magas technikai színvonalú védőszövetként való alkalmazásra. A szövés után elszenesíthető, így bonyolult formájú kompozit erősítő elemként is alkalmazható.

A leírtak bizonyítják, hogy a szénsszál valóban a XXI. század, a kompozitok korának meghatározó szerkezeti anyaga.

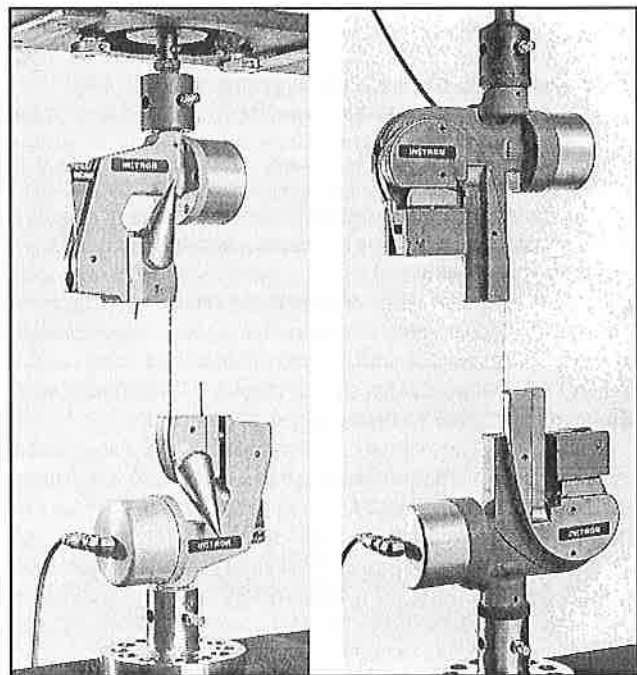
A Zoltek Magyar Viscosa Rt. által gyártott szénsszál-termékek márkaneve: PANEX. A PANEX33 szénsszál főbb fizikai tulajdonságai:

Szakítószilárdság:	3600 MPa
Rugalmassági modulusz:	228 GPa
Fajlagos ellenállás:	0.0014 Ω.cm
Sűrűség:	1.78 g/cm ³
Elemi szál átmérő:	7.4 μm
Széntartalom:	94%

A Zoltek PANEX márkaneven készít 320 ezer elemiszáלבól álló kábelt (320k), valamint 160k és 48k kábelt, vágott szálat, örvölt szálat, különböző fajtájú fonalakat, szöveteket és kötött kelmeket. A szövetek és kötött kelmek az oxidáció után keletkezett preoxból, márkanevén Pyronból, textilipari feldolgozás utáni szenesítéssel (szakaszos szenesítés) készülnek. A Zoltek Magyar Viscosa Rt. kezdetben Panex kábeleket, Pyron fonalakat és szöveteket gyárt, majd folyamatosan megkezdte a teljes termékpaletta gyártását.

Felhasznált irodalom:

- [1] Jean-Baptiste Donnet és Roop Chand Bansal: Carbon fibers
- [2] Andrea Dry: The development of the carbon fiber industry.



Instron befogók a vékony huzalok, textil- és szénsszálak vizsgálatához

Anyagvizsgálati sajátosságok a minőségügyi rendszerekben

1. rész: Az anyagvizsgálat és a minőségbiztosítás kapcsolódása

Dr. Koczor Zoltán – Marschall Marcell

Az anyagtudomány és az anyagvizsgálat közös fejlődése

Az anyagvizsgálat fogalmai és fejlődése kizárólag az anyagtudomány változásának a tükrében ítéhető meg valóságos súlya szerint. Az ember által tudatosan felhasznált anyagok körének bővülése mind technikai, mind gazdasági szempontból rendkívüli jelentőségű.

A történelem során kezdetben az ember elsősorban természetes anyagokat használt fel saját céljaira, mint a követ, a fát, a növényi rostokat és az állati szerveket, szöveteiket. A technika fejlődéstörténetének meghatározó pontjai voltak, mikor az agyag, a fémek és az üveg használata is a maga feldolgozási folyamataival együtt az emberi tudás részévé vált. Döntő változást jelentett a tudatos anyagfelhasználásban a mechanikai és a kémiai ismeretek fejlődése. Ugyanakkor egészen a közelmúltig az alkalmazott és az elméleti anyagtudomány művelőit jelentős szakadék választotta el. Az alkimisták és a kézművesek csak kevés ponton érezték tudásukat közösnek.

Az anyagról szerzett ismeretek meghatározott mennyisége kellett ahhoz, hogy az anyagról alkotott kép minőségi változására sor kerülhessen. Az anyagok viselkedésének értelmezése a *szerkezeti szintekre* bontás modellezési módszerén keresztül változott meg, melyhez valamennyi, vagy legalábbis több egymást követő szerkezeti szint beható ismeretére volt szükség.

Az anyag szerkezeti szintje alatt az anyag belső architektúráját értjük, az azonos anyagtványok szerint leírható jelenségek körébe tartozó, homogén, vagy legalábbis belátható bonyolultságú „építőköcs-ákra” gondolunk. Ertelmezhetőek szubatomos atomi, összetettebb molekulák esetén gyökös és molekuláris (esetenként azon belül is primer, szekunder és terciér szintek), kristályos és előlötti szerkezeti szintek. Az anyag szubatomi szintje alatti világot érdemes alázatosan nyitottan hagyni a végtelen mélység lehetőségét jelölve. Konkrét anyagok konkrét felhasználása esetén a „szerkezeti szint” fogalom a termékcsaládok és a felhasználó környezet alapján felülről is végtelenre tehető, az ember alkotta értelmi kategóriák bonyolódásának, a kapcsolatba kerülő jelenségeknek teret hagyva.

Az atomok beláthatóan véges fajtaválasztéka és a köztük kialakuló kötésviszonyok leírása lehetővé tették az anyagok belső szerkezetének megértését és egységes tárgyalását. A polimerek konfigurációs viszonyainak tisztázása nemcsak a rendkívül sokféle anyagi megjelenést, hanem azok értelmezési és módosítási lehetőségeit is feltárták, mind a biológia, mind a technológiák számára.

Valamennyi esetben különválasztható az a kérdés, hogy az építőelemek *milyen minőségűek*, mennyire homogének vagy mennyire illeszkedő tulajdonságúak attól, hogy az új szerkezetbe *miként épülnek be*, hogy alkotnak együttesen egy minőségileg új építőelemet, (*miből*, illetve *hogyan* történik az építkezés).

A tudomány legfontosabb, felhasználható eredménye abban mutatkozott, hogy kapcsolatot teremtett az anyag „külső” tulajdonságai és „belső” szerkezete között. Az anyag belső szerkezete eleinte a felhasználás során mutatott jellemzők értelmezésére, a lehetőségek előzetes becslésére volt alkalmas, majd egyre nagyobb szerepet kapott a belső szerkezet, az egyes anyagszerkezeti szinteknek a szükséges elvárásokhoz igazodó átalakításában, megtervezésében és létrehozásában.

Az anyagok belső jellemzői és külső tulajdonságai közötti összefüggések nélkülözhetetlenek a természetes alapú anyagok jobb

és tudatosabb felhasználásában éppúgy, mint az új, mesterséges nyersanyagok megszületésében. A szintetikus polimerek, a hőálló fémötvözetek, az információs technológia új anyagai mind feltételezik azt az egymásra építő tudásanyagot, amelyet a kutatók és a technológiát művelők hordtak össze.

Mindez a folyamat megnövelte az anyag belső szerkezetének és az egyes anyagfajták viselkedését leíró vizsgálatok gyakorlati jelentőségét is. Egyre több és elmélyültebb vizsgálati módszer alakult ki annyira, hogy ma nehézséget jelent megfelelő elvek szerint rendszerbe szedni az anyagvizsgálatok módszereit.

Az anyagvizsgálati módszerek egymásra épülő és egymást kiegészítő fejlődését szépen példázza az anyagszerkezet alapvető vizsgálataira elterjedt módszerek esete: Az egyszerű lupé után az anyag jobb megértésében ugrásszerű előrelépést jelentett a mikroszkóp használata. Az acél kristályos jellegű szerkezetét H. C. Sorby tanulmányozta, s talált lényeges eltérést a különböző hőkezeléssel előállított anyagfajták kristallitos szerkezete között. Az átvilágításos, majd a pásztázó elektronmikroszkópok ismét nagyságrendi előrelépéssel segítették az anyag belső szerkezetének feltárását. A röntgendiffrakció az atomok és a molekulák térbeli elhelyezkedését térképezi fel. Az anyagfajta pontos meghatározása a különböző gerjesztéses spektroszkópiái módszerekkel és a részecskékel való bombázás útján vált lehetővé.

Kísérlet az anyagvizsgálatok rendszerezésére

Anyagvizsgálat alatt azt a mérési tevékenységet értjük, melynek célja, az anyagok tulajdonságait (állapotait) és azok összefüggéseit megismerni. Az anyagvizsgálatokra is használható a mérésekre általában helyes szemléletet, hogy a vizsgálat célja és alkalmassága átgéltelhető, ha a tevékenységet úgy tekintjük, mint „kérdés a világ egy részletére”.

Néhány analógia a mérés és a kérdezés információ-szerzés között:

- Csak jó kérdésre lehet jó választ várni.
- Léteznek közvetlen és áttételes kérdések az információk megszerzése érdekében.
- A válaszokat legtöbbször fel kell dolgozni a helyes értékeléshez.
- Ha jól figyelünk, kérdés nélkül is kaphatunk válaszokat.
- Vannak „igen-nem”-mel megválaszolható és fokozatokat válszakként váró kérdések.

Az anyagvizsgálatok csoportosítása többféleképpen is elképzelhető.

A belső és a külső jellemzők szerinti besorolás

Az egyik logikus csoportosítási elvet már érintettük, amikor a „belső” tulajdonságokat, vagyis a szerkezet leírását adó vizsgálatokat különválasztjuk a külső jellemzőktől, vagyis a szerkezet sajátosságaiból adódó, a felhasználás szempontjából érdekes jellemzőktől. Az anyagjellemzők és a vizsgálati módszerek ilyen típusú felosztása azonban a leíró és felhasználási jellemzők bizonytalansága miatt sok nehézséget okozhat.

A legtöbb probléma a vizsgált anyag szerkezeti szintjeinek határain jelentkezik. Egy atomok közti kötés erőssége a szerkezet és az atom fajtajából következő „külső”, vagyis levezethető tulajdonság, ha atomos szerkezeti szinten vizsgálódunk. Ugyanez az érték kristallitok esetén olyan kiinduló érték, amely az anyag

belső jellemzője, ebből vezethetők le a fémek szilárdsági jellemzői.

A törvényszerűségeket tárgyaló tudományágak szerinti besorolás

Gyakran különböztetik meg a vizsgálatokat az anyagjellemzők törvényszerűségeit tárgyaló szakterületek szerint. Ennek alapján lehet

- szerkezeti jellemzőket
- fizikai tulajdonságokat, azon belül is mechanikai, villamos, optikai, termikus...
- összetétel-vizsgálatokat és vegyi jellemzőket,
- organoleptikus ... és egyéb vizsgálatokat megkülönböztetni.

A problémát épp a mérni kívánt jellemzők végtelen sokasága jelenti, mely a vizsgálatok besorolását megkérdőjelezheti.

Besorolás a mérési megközelítés szempontjából

Megkülönböztetünk közvetlen és közvetett mérési módszereket.

A közvetlen mérési módszer során a vizsgált mennyiséget közvetlenül hasonlítjuk össze a mértékegységet megjelenítő etalonnal.

A közvetett mérés során a vizsgált mennyiséggel egyértelmű $q = f(x, y, z, \dots)$ függvénykapcsolatot mutató fizikai jelenségeket hozunk létre, illetve rögzítünk, és ebből következtetünk a mérendő mennyiségre.

Besorolás a vizsgálat során alkalmazott gerjesztések alapján

Egyes anyagvizsgálatok az anyag által kibocsátott, feldolgozható információkat használják az értékelésre. Ilyen például az anyagok sugárzását mérő vizsgálati módszerek. Más esetekben az anyagnak „feltett kérdések” fizikai gerjesztések formájában történik. Amennyiben a vizsgálat során aktív módon hozzuk létre a gerjesztést, úgy a gerjesztésként használt fizikai jellemző kiválasztása és annak időfüggvénye a vizsgálatok további csoportosítását teszi lehetővé:

- A gerjesztés kiválasztása legtöbbször az ismert behatást jelöli ki, így a jelátalakítást a hatására változó paraméteren kell követni (feszültség-áramerősség, terhelés-alakváltozás...).
- Időbeli lefutás szerint: statikus, kvázistatikus, dinamikus vizsgálatok, valamint az időfüggvény analitikus lefolyása szerint (egységugrás függvényből, vagy harmonikus függvényekből levezethető gerjesztések...)

A minőségügyi rendszerek jellemzői, kapcsolatuk az anyagvizsgálatokkal

A minőség korszerű fogalma szerint az a viszonylagosság kap jelentős szerepet, mely a vevői elvárások szerint ítéli meg a termékeket és a szolgáltatásokat.

A minőség legáltalánosabban az egység (termékek, folyamatok, szervezetek és ezek kombinációi) azon jellemzőinek összessége, amelyek befolyásolják képességét, hogy meghatározott és elvárt igényeket kielégítsen.

Nem meglepő, hogy a minőség létrehozása sem uniformizálható folyamat. A vevői elvárások kielégítése érdekében felhasznált technikai, szervezési és gazdasági eszközpark a tevékenység és a termék jellegétől, a piac sajátosságaitól és a megvalósítás pillanatától függően más és más lehet.

A minőség létrehozása és fejlesztése érdekében alkalmazott alapműveletek tekintetében azonban sok hasonlóságot találhatunk. A minőségteremtés logikája közös elemeket használ. Ezeket a következő kulcsszavak jellemzik.

- a tevékenység tudatos elhelyezése a környezetében, célmeghatározás, tervezés,
- a szükséges erőforrások biztosítása a tevékenységhez,
- megfelelő eljárások és struktúrák alkalmazása a létrehozáshoz,
- információszerzés a tervek megvalósulásának mértékéről,

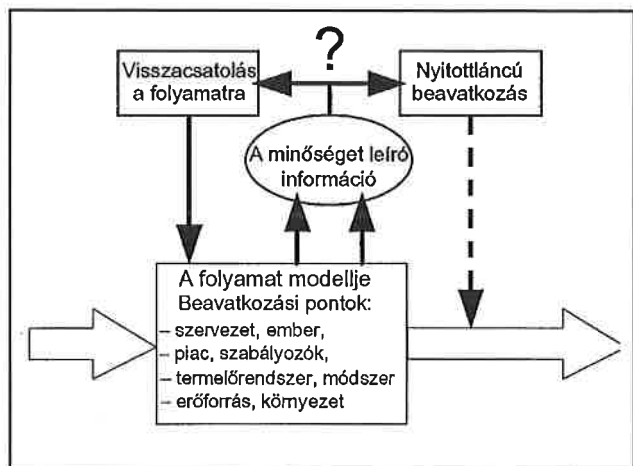
- az információk alapján történő beavatkozás megfelelő stratégiával.
- A minőség-létrehozás felsorolt alapelemei a legegyszerűbb és legösszetettebb folyamatban is szerepelnek, bár különböző szervezetséget igényelnek. A különbséget
- az alkalmazás stratégiája,
 - a beavatkozás szintje,
 - a rendszerbe szedettsége és
 - az alkalmazott eszközök korszerűsége jelenti.

A minőség-létrehozási elemek alkalmazásának stratégiája különböző beavatkozási szinteken

A minőség-létrehozás elemeinek használati stratégiájára két lényegileg eltérő esetet ismerünk:

- a nyitott és
- a visszacsatolt beavatkozást.

A folyamatokból szerezhető információk képezik mindkét típusú beavatkozás alapját. (1. ábra)



1. ábra A minőségteremtő stratégiák

A nyitottláncú beavatkozás a tapasztalt eltérések kijavítására hivatott, különböző korrekciós tevékenységek segítségével.

A korrekciós tevékenység szintje szerint lehet ez

- a termék kijavítása utánmunkálással,
- a termék-előállítás további műveleteinek illesztése a tapasztalt állapothoz (vezérlés),
- a tervcél módosítása, általában a vevő tájékoztatása mellett,
- a piaci (új piac keresése, piacbefolyásolás) tevékenység átalakítása,
- gazdasági lépések (árkorrekció, veszteségkezelés) megtétele a tényhelyzet figyelembevételével,
- a menedzsment stratégia korrekciója...

A visszacsatolós beavatkozás (szabályozás) alap gondolata, hogy egy rendszeresen ismétlődő, vagy időben kiterjedő folyamatra a vizsgálatokkal szerzett információk és a tapasztalatok összetétele alapján legyünk hatással, azzal a céllal, hogy a továbbiakban a folyamat vizsgált pontján egy előre elhatározott szint valósuljon meg. Ez a szint lehet állandó (értéktartó szabályozás), vagy változó (követő szabályozás). A szabályozások célja, hogy a folyamatot zavaró hatásokat kompenzálja.

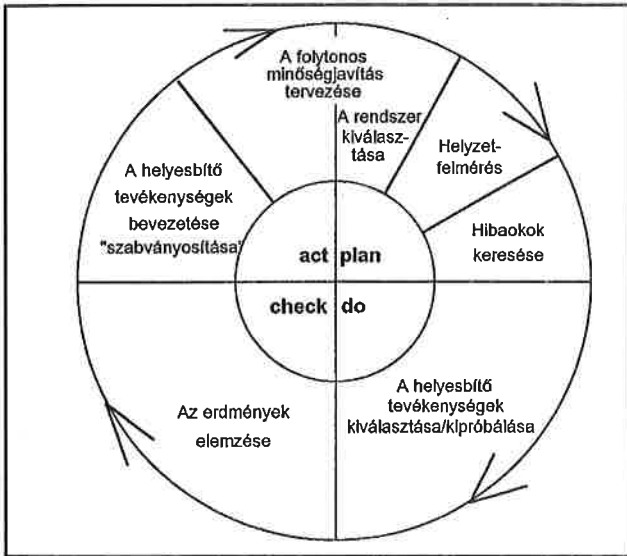
A szabályozás megvalósításának szintje legtöbbször:

- a termék-előállító műveletek paramétereinek vagy a környezeti hatásoknak befolyásolása,
- a termelőrendszer és az ellenőrző rendszer kézbe tartása,
- a gyártási programozás és termékterv felülvizsgálata,
- a szervezet, a hatáskörök, a motivációs eszközök irányított módosítása,
- a gazdasági feltételek korrekciója alapján.

A szabályozásnak egy sajátos, a minőségügyben is elterjedt módszere, hogy szakaszos tevékenységek esetében a szabályozást

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

önmagába záródó hurok vagy ciklus ismételt körülférésevel ütemezi és biztosítja. A minőségteremtés ezen lépéseit sokan a négy angol szó kezdőbetűivel jelölve PDCA huroknak nevezik. (2. ábra)



2. ábra A folytonos minőségjavítás lépései (a PDCA hurok)

Jelentőségét a könnyű megjegyezhetőségen kívül az adja, hogy több tevékenységjavító szabvány (TQM, környezetközpontú menedzsment) erre a logikára építkezik.

A minőségteremtő elemek rendszerbe szedettsége

Rendszerről akkor beszélhetünk, ha bizonyos törvényszerűségek szerint összetartozó, egymással kölcsönhatásban lévő elemek alkotnak egészet. Ha a tevékenységek időben alkotnak meghatározott rendszert,

folyamatokról vagy folyamatrészekről beszélünk. A folyamatok sorosan és párhuzamosan illeszkedő események láncolatából tevődnek össze.

A minőségteremtés elemei jelen vannak a legegyszerűbb kézműves tevékenységeknél, a műveletek szempontjából egyetlen személyhez kapcsolódó művészi vagy egyedi termékek előállítása során is. Ez esetben e tevékenységek rendszerbe szedettséggel szemben azonban nincs más elvárás, minthogy a tevékenységek ne mondjanak egymásnak ellent. Ehhez nincs szükség magasan szervezett információs rendszerre, mivel azonos személy, rövid idő alatt dönt és tartja számon a minőségteremtés elemeit.

A termelés azon fokán, ahol elkülönülnek a tevékenységi lépések (indusztrializálódás, taylorizmus...), megjelennek olyan új elemek, mint a sorozatgyártás, **elkülönül az előállító és az ellenőrzési tevékenység.** A külön legyártott alkatrészek összeszerelhetőségét az egyes műveletekhez rendelt tűrésértékkel lehet biztosítani. Az egyre több és pontosabb mérés minőségileg több információt biztosít a termelési folyamathoz, új törvényszerűségek felismerése történhet meg, ennek következtében pedig egyre jobb beavatkozási és javítási stratégia fejlődik ki. A minőségügy ezen szintjét a **minőségellenőrzés¹** uralja, esetlegesen és korlátozottan adva esélyt a **minőség szabályozásnak²**.

A rendszerbe szedettséggel magasabb foka, ha megszületik az igény arra, hogy az információk és a beavatkozások egymással is kölcsönhatásba kerüljenek. Ekkor válik lehetségessé, hogy a minőség szabályozás a termék-előállítási folyamat valamennyi fázisára kiterjedjen. A minőség-létrehozás visszacsatolási logikája ezen a szinten is növeli a hatékonyságot: a minőségellenőrzés adatait nemcsak a selejtezés és a hibás egyedek javítására használják fel, hanem az előállítási módszerek és eszközök célok szerinti javítására.

Amennyiben a minőségügyi tevékenységek rendszeressé és módszeressé válnak és ezek szükség esetén bizonyíthatóak (igazolhatók) is, lehetőség kínálkozik arra, hogy mindez piaci tényezőként jelentse előnyt a termék előállítója számára. Ez elsősorban a vevőben és a tár-

	MINŐSÉGELLENŐRZÉS	MINŐSÉGSZABÁLYOZÁS	MINŐSÉGÜGYI RENDSZEREK
Cél	A hibák felfedezése, a hibás egységek elkülönítése	A hibák megismétlődésének elkerülése	A hibák előfordulásának megelőzése
Célzott	a gép / dolgozó	a folyamat	a rendszer – szervezet – eljárások – erőforrások
Módszer	az előírásokkal való összehasonlítás	a folyamat módosítása a képességmutatók alapján	az "auditokon" alapuló működésjavítás
Eredmény	megelőzi a selejt kibocsátását	megelőzi a hiba megismétlődését	a vevői elvárásokra optimalizálja a terméket és a működést

3. ábra A minőségügyi tevékenységek összefüggései

¹ Olyan tevékenység, mint pl. valamely egység egy vagy több jellemzőjének mérése, szemrevételezése, vizsgálata vagy idomszeres ellenőrzése és az eredmények összehasonlítása az előírt követelményekkel annak érdekében, hogy megállapítsák, elérték-e a megfelelőséget minden egyes jellemzőre vonatkozóan. (MSZ EN ISO 8402:1996)

² Azok az operatív módszerek és tevékenységek, amelyek a minőségi követelmények teljesítését szolgálják, mint pl. a folyamat figyelése, a nem kielégítő teljesítő képesség okainak megszüntetése. (az MSZ EN ISO 8402:1996 alapján)

sadalmi környezetben keltett **bizalom** formájában válik valósággá. Ez a bizalom arra vonatkozik, hogy a vevő és a tágabban értelmezett környezet által elvárt minőségi követelmények teljesítése széles körben megtörténik. A minőségnek ezt a szintjét általában **minőségbiztosítási rendszerekben**³ hozzák létre. A **minőségügyi rendszerek** a **minőség-irányítás**⁴ megvalósításához szükséges szervezeti felépítés, eljárások, folyamatok és erőforrások összessége. (3. ábra)

A minőségügyi rendszerek jellegét, a működés hatékonyságát és eredményeit a rendszerbe szedettségek szintjén és az alkalmazott minőségjavító technikákon kívül jelentősen befolyásolják a rendszer elemeit összekötő mechanizmusok, a termelési kultúra, a meghatározó vállalati stratégia.

Az anyagvizsgálatok felhasználása a minőségügyi rendszerek területén – az anyagvizsgálatok során alkalmazott minőségügyi módszerek

A vizsgálati tevékenység, azaz a minőségteremtő folyamatok során végzett anyagvizsgálatok talán a legfontosabb információszerezési pontok, amelyek alapján a szabályozási rendszer mechanizmusai működtethetők. Történhet ez az információszerezés esetileg, rendszeres tevékenységként, automatizált vizsgálati és kiértékelési technikákkal attól függően, hogy a tevékenység műszaki és gazdasági környezete és a tevékenységet folytatók erőforrásai mit várnak el, és mit tesznek lehetővé.

A termék-előállítás során a minőség kérdése egyaránt feladat a tervezés, a beszerzés, a gyártás és gyártmánytervezés, a gyártási folyamatok, a felhasználás és az elhasznált termék elhelyezése, újrahasznosítása folyamán. A minőségteremtés során az anyagvizsgálati módszerekkel történő információszerezés általában az alábbi kérdések megválaszolására irányul:

- Alkalmas-e a feldolgozott anyag a választott technológiához és termékhez?
- A műveletek szerinti elvárásoknak megfelelő állapot jellemző-e rá?
- Kielégítik-e a termékjellemzők az előírásokat és az elvárásokat?
- Mekkora a termék anyagjellemzőinek az előírt értékektől való eltérése és ingadozása?
- Mely tényezők befolyásolják a termék jellemző értékeit és a termékjellemzők ingadozását?
- A termékek reprodukálására alkalmasak-e a nyersanyag, a félkész termékek és a környezet jellemzői?
- A termék a használat során és után milyen viszonyban lesz a termelési környezettel?

A minőségbiztosítási rendszerek a termék létrehozásának fent bemutatott folyamatából általában a vizsgálati tevékenység három fő területét emelik ki, melyek mindegyikének lényeges része az anyagvizsgálat.

1. A gyártórendszerbe kerülő termékek átvételi ellenőrzése (idegenáru ellenőrzés), amelynek kettős feladata van. Egyrészt beavatkozást jelöl ki a feldolgozással kapcsolatban, másrészt a beszállítókra vonatkozó visszacsatolásra teremt lehetőséget.

2. A gyártásközi ellenőrzés, melynek alapvető célja a gyártórendszer saját zárt szabályozási rendszerének működtetése.

³ A minőségügyi rendszeren belül alkalmazott és szükség esetén igazolt minden tervezett és módszeres tevékenység, amely megfelelő bizalmat hivatott keltetni arra, hogy az egység (termék) teljesíti a minőségi követelményeket. (MSZ EN ISO 8402:1996)

⁴ Az általános irányítási feladatköröknek minden olyan tevékenysége, amely meghatározza a minőségpolitikát, a minőségre vonatkozó célkitűzéseket és feladatköröket, valamint megvalósítja azokat a minőségügyi rendszeren belül olyan eszközökkel, mint a minőségügyi tervezés, a minőségiszabályozás, a minőségbiztosítás és a minőségfejlesztés. (az MSZ EN ISO 8402:1996 alapján)

3. A végellenőrzés, amely részben a visszacsatolós szabályozásra teremt utolsó lehetőséget, részben a vevő (átvevő) számára tanúsítja az elért minőséget.

A minőségbiztosítási rendszerek e három tevékenységéről cikksorozatunk következő részében szólnunk részletesebben.

A minőségbiztosítási rendszerek információigénye mellett jelentős elvárás a megszerzett információk megbízhatósága (valódiság, pontosság, reprezentativitás, ellenőrizhetőség és hozzáférhetőség) is. Annak érdekében, hogy a gyűjtött adatok alapján a hatékony működést lehetővé tevő beavatkozások elrendelhetők legyenek, a vizsgálati tevékenység minőségügyi felügyeletét meg kell valósítani. A vizsgálatokra irányuló minőségbiztosítási tevékenységekre cikksorozatunk 4. részében térünk ki.

Az anyagvizsgálatokkal szerzett információk felhasználása meghatározott minőségi elvárásokhoz

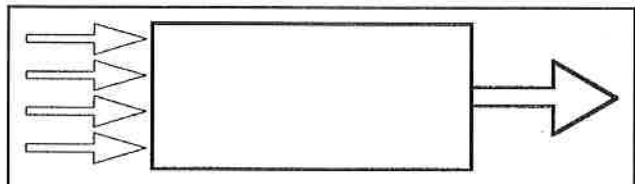
A környezetünkben levő ember alkotta tárgyak házak, hidak, gépek vagy a mindennapi használatra tervezett termékek valamely konkrét szükséglet kielégítésére születnek, egy vagy egyidejűleg több rendeltetésük, funkciójuk van. Egy-egy terméknek többnyire a vevői elvárások egész halmazát kell kielégítenie, amely halmazban vannak alapvető, a rendeltetés szempontjából fontos funkciók, és vannak kevésbé lényeges, de a vevő által igényelt, a termék által teljesítendő feladatok, funkciók.

A funkciók a továbbiakban egy terméknek vagy szolgáltatásnak a rendeltetészerű működését, illetve a rendeltetészerű működéshez, felhasználáshoz szükséges tulajdonságok körét értjük. E felfogás szerint minden termék egyben funkcióhordozó is.

Az alkalmas termék tervezésének első lépése a vevői elvárások feltárása, a vevői igényelemzés. A vevői igények meghatározását, feltárását, megfogalmazását a vevői igények strukturálása, rendezése követi. Egy termékkel szemben a vevőnek több igénye is van, több vevő igényhalmaza már nagy szóródást mutat.

A tervezés műveletei minden szakterületen az adott hagyományok, az elterjedt modellezési és vizsgálati elvek alapján alakult ki. Ezen tervezési módszerek általánosított ismertetése reménytelenül nehéz feladat lenne. Ugyanakkor a tervezésnek általánosított módszereit alkalmazták a különböző iparágakban, függetlenül a feldolgozott anyagoktól és a kiválasztott termékjellemzőtől.

Az egyik lehetséges és gyakran használható, az anyagvizsgálatok eredményeit felhasználó módszer, ha a termék egyetlen tulajdonságának optimalizálását végezzük az anyagjellemzők és más konstrukciós sajátságok függvényében. Ekkor a jellemzőre hatással levő változtatható anyagjellemzőket és egyéb tényezőket kell összegyűjteni és azok megfelelő kísérleti, vagy számítási módosításával a kimenet szélsőértékét keresni. (4. ábra)



4. ábra Több termékparaméter alapján optimalizált minőségi jellemző

Erre a problémára megoldási módszerként a sokváltozós analízis optimalizálásánál használt matematikai eszközöket, a hagyományos, a 2^p típusú vagy a Taguchi nevével fémjelzett kísérleti módszereket lehet alkalmazni.

Az adatfelvételezési technika meghatározza azokat a vizsgálati célokat, melyek esetében a módszer alkalmazható. A természeti

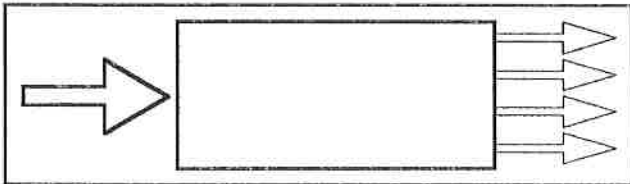
összefüggések pontos leírása és a vizsgálati intervallumon belül az értékek megadása olyan módszert igényel, amelynél egy-egy változó mellett több ponton mérhető fel a jellemzők változása.

Erre az ún. *klasszikus kísérleti módszerek* alkalmasak, melyek valamennyi jellemző állandó értéken tartása mellett értékeli a vizsgálat jellemző változását.

A technológiai problémák gyors megoldásához általában a paraméterek változtatásának irányát kell helyesen meghatározni, kevés, de gyorsan kimérhető pontból. Erre teremt lehetőséget a *2P típusú vagy a Taguchi-módszer*, egy viszonylag egyszerű matematikai kiértékelés mellett.

A kiértékelés elsősorban az egymással is kölcsönhatásban lévő bemeneti jellemzők esetére, paraméterenként két-három mérési ponton való kísérletezéssel eredményre vezethet. A paraméterek száma és a választott összefüggés lehetővé teszi, hogy a felvetődő kérdésekre hatékony módszerekkel legyen válasz kapható. A Taguchi-módszer mindezen túl a bemeneti jellemzőket is meg tudja különböztetni és a könnyen változtatható jellemzőket máshogy kezeli, mint az adott szinten beállítható, de később nem szabályozható paramétereket.

A másik megközelítés olyan esetekben hasznos, ha egyetlen módosítható paraméter áll a rendelkezésünkre, de az több kimeneti jellemzőre van hatással. Ilyenkor a bemeneti paraméter változtatása az egyik jellemzőt javíthatja, a másikat ronthatja, ezért a megfelelő súlyozások szerint kompromisszum kötése indokolt. (5. ábra)



5. ábra Egyetlen termékparaméter hatására megváltozó minőségi jellemzők, melyek súlyozott értékelésével jelölhető ki az optimális paraméterszint

Gyakran egyellen termékparaméter megváltoztatása is sokféle minőségi jellemző értékét változtatja meg. Ha ez a változtatás egy célba vett jellemző javítását hivatott szolgálni, akkor ez legtöbbször el is érhető vele, viszont a többi elfogadhatóvá tett minőségi jellemző eközben elveszti jó tulajdonságait. Szükség van egy olyan módszerre, mely legalább a fontosabb módosítható paraméterek következményeit együttesen tudja kezelni.

Ha egy nyomtatvány betűméretét akarjuk a lehető legalkalmasabbra választani, úgy egymásnak ellentmondó következménye van mind a növelésnek, mind a csökkentésnek. Az egyik irány az olvashatóságot, a másik a szükséges oldalszámot, és ezen keresztül a termék árát fogja hátrányosan befolyásolni.

A csomagolóanyag vastagsága olyan tervezési paraméter, mely egyszerre javíthatja a termék sérülésmentes szállítását és ronthatja az esztétikai hatást, növelheti esetleg fölöslegesen a tárát.

A megoldás egy olyan optimalizációs technika, mely egyszerre veszi figyelembe megfelelő súlyozással az összes megváltozott minőségi jellemzőt, és ennek alapján jelöli ki a termékparaméter optimumát.

A minőségi jellemzők számszerűsített értékét a vevők véleménye alapján lehet meghatározni, vagyis megfelelő piacfelméréssel lehet a kiértékelést elvégezni. Ennek alapján minden egyes minőségi elváráshoz vonatkozóan létre kell hozni egy függvényt, mely megadott értékeket vesz fel a vevő azonos ítéletalkotásánál. Így adott bemeneti paraméter változtatásával több minőségjellemző függvényrel megadott módosulását kapjuk. Ezen függvények valamely kombinációja, pl. szorzatának meghatározott optimuma (pl. a harmonikus közepének maximuma) alkalmas a legjobb beállítási szint kijelölésére. A Harrington által javasolt optimalizálást a

$$D(x) = \sqrt{d_1(x) \cdot d_2(x) \cdot d_3(x) \cdots d_n(x)}$$

szerint lehet elvégezni, ahol

$D(x)$ – az optimalizálandó függvény, amely kompromisszumként tartalmazza a minőségi jellemzők érvényesülését;

$d_i(x)$ – az egyes minőségi jellemzők igénykielégítését súlyozottan kifejező függvény a módosított paraméter függvényében.

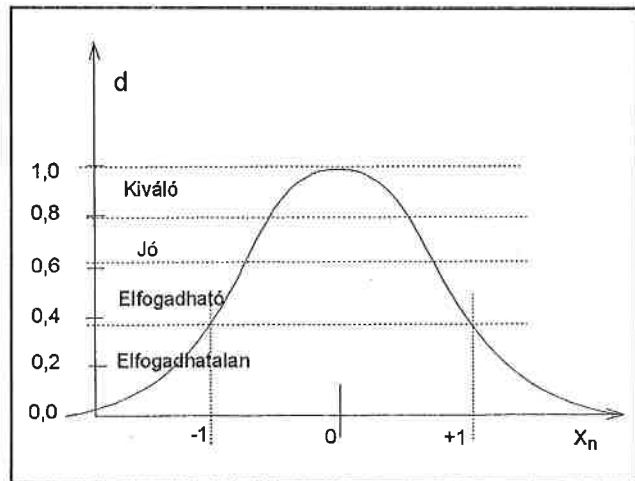
A $d_i(x)$ értékeit célszerű 0 és 1 közötti értékekben megadni. Természetesen máshogy alakul a $d_i(x)$ igénykielégítési függvény, ha a minőségi jellemző egyoldali, mintha két oldalról túrésezett határértékeknek kell, hogy megfeleljen.

Kétoldali túrésezőnél a kompromisszumérték meghatározásához javasolható függvény alakját a 6. ábra mutatja be, ahol

x a fizikai paraméter standardizáltja,

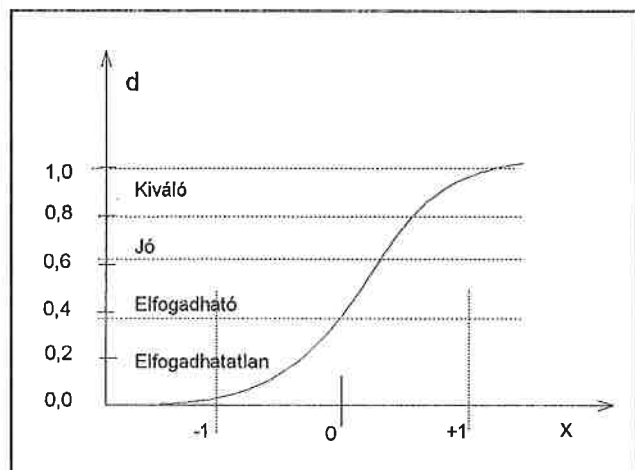
$d(x)$ a vevői véleményt tükröző érték hozzárendelés, hogy a tulajdonságok legjobb kompromisszuma szélsőérték-számítással legyen meghatározható.

Bár a függvény alakja hasonlít a haranggörbéhez, de valójában egy tetszőleges, a piaci igények felméréseivel pontosítható görbe, amely a termék névleges értékének közvetlen közelében ad magas (1-es) értéket.



6. ábra Példa a kétoldali (alsó és felső túréshatárral rendelkező) elvárás esetén felvehető értékekre a bemeneti jellemző számszerűsítésére.

A 7. ábra az egyoldali, alsó túréshatárral rendelkező minőségi jellemző igénykielégítési függvényét szemlélteti.



7. ábra Példa az egyoldali (alsó túréshatárral rendelkező) elvárás esetén felvehető értékekre a bemeneti jellemző számszerűsítésére.

x a fizikai paraméter standardizáltja, $d(x)$ a vevői véleményt tükröző érték hozzárendelés



7. Európai roncsolásmentes anyagvizsgálati konferencia és kiállítás

1998. május 26–29. Kopenhága, Dánia

A konferencia programja a roncsolásmentes anyagvizsgálatok ipari alkalmazására összpontosít. Valamennyi főbb ipari ágazat vizsgálati feladatait tárgyaló szekciókat szerveznek, amelyekre neves szakértőket is felkérnek. A kémiai és petrokkémiai területről *Andreas Hecht* (BASF, Ludwigshafen) az acéliparról *Heinz Schneider* (Mannesmann, Mülheim), a nukleáris iparról *François Pons* (EDF) vállalt már eddig áttekintő előadást.

A kialakult gyakorlatnak megfelelően a konferencia plenáris, szakosított, speciális és pószter szekciók keretében végzi munkáját.

A konferenciához nagyszabású **szakkiallítás** is kapcsolódik.

A konferencia témaköre kiterjed valamennyi roncsolásmentes vizsgálati módszerre (röntgen-, gamma- és neutronradiográfia, ultrahangos, mágneses, átvényáramos, akusztikus emissziós, infravörös, vizuális, folyadékhatolósos, tömörégi és egyéb speciális vizsgálatok), valamint ezek ipari alkalmazásaira: az ürrepülés, az autóipar, a művészet, a kémia és petrokkémia, az anyagjellemzők mérése, az atomtechnika, a tengeri létesítmények, a csővezetékek, a műanyagok és kompozitok, az erőművek, a nyomástartó edények, a vasút, a hajóipar, az acélipar és az ecélszerkezet-gyártás vizsgálati feladataira, valamint az észlelések megbízhatósága, a minőségbiztosítás és a kockázatvállalás, a sugárvédelem és a vizsgálószemélyzet képzése és továbbképzése témakörökre.

A konferencia kísérő rendezvényei:

- az International Society for Technology, Law and Insurance éves ülése
- a szabványosítási bizottság ülése
- a szakkereskedők találkozója.

Szerveznek **videó-fesztivált** több kategóriában és díjazzák a legjobb alkotásokat. Nevezési határidő: 1997. december 1.

Pályázni lehet az **Európai NDT Innovációs Díjra**, mégpedig az NDT színvonalas alkalmazásával és az NDT szakterületen elvégzett alap kutatás eredményével.

Mindkét kategóriában a legsikeresebb pályázót oklevéllel, éremmel és 5000 ECU pénzdíjjal illetik.

Ezt a francia CGA cég által 1981-ben alapított díjat nemzetközi fórumon először a 6. ECNDT nizzai konferencián adták át külföldi szakembereknek. 1998-ban először adják át Európai NDT Innovációs Diploma-ként. A díjbizottság elnöke: *Wüstenberg* professzor, a berlini BAM munkatársa, a bizottság titkára: *Michel Durand* a CGA cég munkatársa.

Határidők:

Jelentkezés részvételre: 1998. május 31.

Az előadás teljes szövegét (max. 8 oldal) 1997. december 30-ig kell beküldeni. (A rövid kivonatot 1997. augusztus 31-ig kértékl)

A konferenciáról részletes információ kapható a számítógépes hálózaton is: <http://www.ricoh.co.jp/net-messena/NDTWW/ECNDT.html> Levelezési postacím: 7th ECNDT, Park Alle 345, DK-2605 Broendby, Denmark. E-mail: 101373.3404@compuserve.com. Telefon: +45 4396 8800, fax: +45 4396 2636

A Magyar Minőség Társaság június 11-ei közgyűlésén dr. *Pázmándi Gyula* elnök a társaság bővülő hazai és külföldi kapcsolatairól a *magyar minőségi hét* és a *minőség háza* rendezvények növekvő sikeréről és oktatási rendszerük fejlődéséről számolhatott be. A közgyűlés határozatilag kinyilvánította egyesülési szándékát az EOQ-MNB-vel, és elfogadta annak munkaprogramját. A minőségügy terén elért szakmai eredményei elismeréseként *Társasági Érem* kitüntetésben részesült *Dr. Artinger István* tanszékvezető egyetemi tanár (BME), *Hertelendy Csabáné* minőségügyi vezető (Burton-Apta Kft.), *Mokry J. Ferencné*, az OMFB főtanácsosa, *Kondor István* ny. főmérnök, a GTE Ipari Minőségi Klub titkára, *Rózsa András* minőségügyi igazgató (Herendi Porcelánmanufaktúra Rt.). Gratulálunk és további sikereket kívánunk a kitüntetetteknek.

◆ Személyi hír ◆

Az Anyagvizsgáló Szakosztály kezdeményezése nyomán a GTE és az MTE SZ elnökeinek javaslata alapján köztársaságunk elnöke **Magyar Köztársaság Arany Érdemkereszt polgári tagozata** kitüntetésben részesítette **dr. Réti Pál** c. egyetemi tanárt az ipari anyagvizsgálat terén kifejtett eredményes laboratóriumszervezői, szakértői, szakírói, oktatói és közéleti munkásságának elismeréséül. Mindannyiunk nevében szeretettel gratulálunk Pali bácsinak, és kívánjuk, hogy jó egészséggben még sokáig együtt lehessünk Egyesületünk szakmai fórumain.

◆ A szakképzés hírei ◆

Újabb roncsolásmentes anyagvizsgáló szakmával gyarapodott az MSZ EN 473 szabvány szerinti képesítések köre.

1997. február 24. és március 7. között a Paksi Atomerőmű Rt. Anyagvizsgáló Osztálya és az Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratóriuma jelentős támogatásával megtartották az első hazai 2. fokozatú **tömörésvizsgáló (LT-2)** roncsolásmentes anyagvizsgáló tanfolyamot. A résztvevők három kidolgozott szakterület: fosszilis és nukleáris erőművi, petrokkémiai és vákuumtechnikai szakterület vizsgálati feladatai közül választhatták ki, milyen speciális képzésben kívánnak részesülni. Az **ORSZAK BT.** által szervezett tanfolyam eredményeként már 16 kolléga jogosult tömörség- és szivárgásvizsgáló technológia készítésére és vizsgálati tanúsítvány kiállítására. A 11/1994 (III.25.) IKM és az annak kiterjesztéseként is felfogható 44/1995 (IX.15.) IKM rendelet hatósági felügyelet alá vonta a maró, mérgező és öngyulladásos folyadékok tartályait, a hozzájuk kapcsolódó berendezéseket, csővezetékeket. Ennek hatására szervezte meg a Magyar Tartálytechnikai Szövetség a tartályvizsgáló tanfolyamait. Bár ma még ellentmondás tapasztalható a kötelező alkalmazású MSZ EN 473 előírásai és az idézett IKM rendelet között, idővel minden bizonnyal az európai szabályozásnak megfelelő képesítéssel rendelkező anyagvizsgálók felelőssége lesz a szivárgó csővezetékek és tartályok vizsgálata.



További jó hír a vizsgacentrum, az MHE házatájáról, hogy elkészült a **színképelemző** első és második fokozatú vizsgatematika. A spektroszkópos anyagvizsgálók acél és színesfém szakterületek közül választhatnak.

- p -



OKTATÁS ÉS RENDEZVÉNY SZERVEZŐ, ADATSZOLGÁLTATÓ ÉS KIADVÁNYGONDOZÓ BT.

1211 Budapest, XXI., Tánácscs Mihály u. 85.
Telefon: 277-6226 Fax: 417-3025

Az **OKJ** és az **MSZ EN 473** követelményeinek egyaránt megfelelő 1. és 2. fokozatú roncsolásmentes anyagvizsgáló **tanfolyamok szervezése**. **Szakmai napok**, kiállítások, műszerbemutatók **rendezése**, szórólapok és alkalmi **kiadványok készítése**.

Tanfolyamaink:

Színképelemző (SP-1, SP-2) tanfolyam – jelentkezés folyamatosan
Akusztikus emissziós tanfolyam
AET-2 – kellő számú jelentkező esetén
Rezgésmérő tanfolyam VAT-1 – kellő számú jelentkező esetén
Rezgéselemző tanfolyam VAT-2 – kellő számú jelentkező esetén
MPV-1 tanfolyam 1997 szeptember 22.–október 3.
MPV-2 tanfolyam 1997. november 3–14.
MPV-2 ÚJRAMINÓSÍTÓ tanfolyam 1997. november 24–28.
TÖMÖRSÉGVIZSGÁLÓ tanfolyam 1998. február 2–13.

Feltrissítő, újraminósító tanfolyam

Az 1. fokozatú roncsolásmentes anyagvizsgálók (R1, U1, MPV1, Ö1) részére, akik nem szándékoznak 2. fokozatot szerezni MSZ EN 473 szerinti

1. fokozatú ÚJRAMINÓSÍTÓ TANFOLYAMOT

szervezünk. Feltételek: érvényes OKJ szerinti bizonyítvány, orvosi alkalmasság, igazolt szakmai gyakorlat.

Forduljon hozzánk bizalommal!

Szűcs Pál *Dénes Gáborné*
Szűcs Pál Dénes Gáborné

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A hazai minőségügy fejlődésének előmozdítása céljából a Magyar Minőség Társaság, a Consact Minőségfejlesztési és Vezetési Tanácsadó Iroda, a Corvinbank Rt., a Minőség Oktatásáért Alapítvány, a TÜV Rheinland Euroqua Kft. és az Új Gazdasági Magazin közreműködésével első alkalommal, 1996. évre vonatkozóan, majd évenként, márciusban, két kategóriába, pályázatot hirdet. Mindkét kategóriában évenként egy-egy díj kerül átadásra.

“A” kategória: Az év minőségügyi menedzsere '97

Ezt a címet az a magyar állampolgár nyerheti el, akinek a tárgyévben jelentős szerepe volt egy Magyarországon bejegyzett – termelő vagy szolgáltató – gazdálkodó szervezet bizonyíthatóan eredményes minőségügyi fejlesztésében.

A pályázatot az érintett szervezet nyújthatja be. Ennek tartalmaznia kell:

- a gazdálkodó szervezet neve, címe, telefon- és faxszáma,
- a kitüntetésre javasolt neve, címe, beosztása,
- a fejlesztés lényeges vonásainak leírása, az elért minőségügyi gazdasági és piaci eredmények felsorolása, dokumentálása,
- a javasolt személy rövid szakmai életrajza, beleértve közéleti szereplését, esetleges szakirodalmi tevékenységét,
- esetleges egyéb, a szakmai értékelést szolgáló információk.

“B” kategória: Szakirodalmi díj '97

Ezt a díjat az a magyar állampolgár nyerheti el, aki irodalmi alkotás formájában (könyv, tanulmány, szócikk) a tárgyévben jelentős mértékben hozzájárult a hazai minőségügy fejlesztéséhez. Így pl.:

- új ismeretekkel gazdagította a szakmát,
- szélesebb körben felhasználható gyakorlati tapasztalatokról számol be,
- újszerű megvilágításban ismerteti témáját.

A pályázatot a szerző (szerzői kollektíva) **kiadója, megrendelője** nyújthatja be.

A pályázat tartalmi követelményei:

- a kiadó (megrendelő) neve, telephelye, címe, telefon- és faxszáma
- a díjazásra javasolt személy(ek) adatai: név, cím, munkahely stb.
- a javaslat indoklása, a mű kiemelkedő tulajdonságai
- a szerző(k) rövid szakmai életrajza, beleértve a közéleti szereplést és korábbi irodalmi tevékenységet
- a műből kiadott mennyiség, magyarul
- idegennyelvű kiadások (ha vannak)
- esetleges egyéb információk

A pályázatokat mindkét kategóriában A/4 formátumban, maximum 6 oldal terjedelemben kell elkészíteni. Ehhez a szükséges mértékben mellékleteket lehet csatolni.

Az 1996. évre vonatkozó **pályázatokat 1997. szeptember 25-én 16 óráig** 2 példányban, zárt borítékban kell benyújtani a Magyar Minőség Társaság címére (1091 Budapest, Üllői u. 25., levélcím: 1450 Budapest 9. Pf.: 24. Telefon: 218-3011, Fax: 218-0267).

A határidő után érkezett pályázatok nem vehetők figyelembe.

A megcímzett borítékban kérjük feltüntetni: „**Pályázat '97**”

A pályázatokat a meghirdetők képviselőiből álló zsűri bírálja el. A zsűri a jelentkezést, a pályázati anyagot és a döntéshozatalhoz felhasznált információkat bizalmasan kezeli.

A pályázat ünnepélyes **eredményhirdetésére** 1997. novemberében a VI. Magyar Minőségi Hét Nemzetközi Konferencia keretében kerül sor (MH. Művelődési Háza, Budapest, XIV. ker. Stefánia u. 34.)

A kitüntetettek elismerésként erre a célra készített, az Ipari és Képzőművészeti Lektorátus által zsűrizett kisplasztikát és oklevelet kapnak.

A kitüntetettek jogosultak a címet szakmai tevékenységükkel összefüggésben használni.

A meghirdetők a kitüntetettek névsorát az IKIM Közlönyben, az Új Gazdasági Magazinban, a Magyar Minőség Társaság havi folyóiratában, a “Magyar Minőség”-ben, valamint a Társaság kapcsolatai alapján további folyóiratokban közlést tesznek.

A pályázattal kapcsolatban **felvilágosítást adnak**: a Magyar Minőség Társaságnál: Pákh Miklós, tel.: 218-3011/476 és Füredi László, tel.: 218-3011/470

A zsűri határidőn belül várja a pályázati anyagokat.

Pályázatot meghirdetők nevében:
Magyar Minőség Társaság

DIAGON '97

Március közepén hetedik alkalommal rendezte meg a szegedi illetőségű A.A. Stádium Diagnosztikai és Menedzsment Kft. a diagnosztikai konferenciát és szakkiallítását, amelyen külföldiek is részt vettek. A programfüzet 36 előadást kínált, a hagyományosan színvonalas kiadványban húsz előadás szövege volt fellelhető. A rendezők eme erőfeszítését közel száz résztvevő értékelte bizalmával és megjelenésével.

E beszámoló írójá többször "vádolta" a DIAGON konferenciákat egyoldalúsággal, a rezgésdiagnosztika túlhangsúlyozásával. Az idei rendezvény elmozdulást jelentett! *Dr. Péczely György* (A.A. Stádium) folytatta diagnosztikai elméleteket bemutató és összevető sorozatát. *Czirbik Sándor* (Kőbányai Sörgyár) elméleti előadása a mérések bizonytalanságának matematikájába vezette a hallgatóságot. *Dr. Novothny Ferenc* (KKMF) a nagyfeszültségű berendezések áttét diagnosztikájának új eredményeiről számolt be. *Szűcs Pál* (Erőkar Rt.) nyomástartó edény nyomáspróbája során végzett nyúlásmérőbélyeges feszültséganalízis eredményeit ismertette. *Bácskai Péter* (Paksi Atomerőmű) akusztikus emissziós vizsgálatról, *Kárpáti László* (BME) benzinkopogások égiséről tartott előadást. Több előadás foglalkozott a termovízióval és természetesen a rezgésdiagnosztikával is.

Az immáron hagyományosnak mondható DIAGON konferenciák erőssége a színvonalas előadó gárda, az érdekes kiállítások és a családias, szakmai kapcsolatok kötését elősegítő hangulat. Kívánjuk és reméljük, hogy az A.A. Stádium még sokáig szervezi konferenciáit és finanszírozza a KARBANTARTÁS & DIAGNOSZTIKA című lapot – a hazai műszaki társadalom érdekében.

- p -

Mégsem alakult meg a MaRoViT

A Gépipari Tudományos Egyesület roncsolásmentes anyagvizsgáló szakcsoportjának vezetőiből alakult előkészítő bizottság 1997. január 30-ára összehívta a szakmában érdekelt gyártó, vizsgáló és kereskedő cégek képviselőit, hogy megalakítsák az egyesületen belül a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálók Társaságát (MaRoViT), azzal a céllal, hogy a cégek és a GTE-tagság érdekeit egyeztetve összehangoltan munkálkodjanak a társadalmi szinten kezelhető feladatok megoldásán. Programtervezetüket lapunkban is közzeltük (AL 1997/1-2. p.51.). Az alakuló közgyűlés nem tudta befejezni munkáját, mivel az alapszabály-tervezet vitatott pontjait nem lehetett az ülés keretei között tisztázni. A május 8-i folytatáson sem született még alapszabály, de már megválasztották a szervezet vezetőit és megbízták őket a GTE keretein belüli működés megnyitott és az alapszabályba is illő kérdéseknek a tisztázásával. Mivel az erre irányuló megbeszélések nem mindenben vezettek eredményre, ezért az 1997. június 30-ára összehívott közgyűlés tizenöt szavazati jogú résztvevője egyhangulag visszavonta a MaRoViT-ra eddig hozott határozatait és a GTE-től független szervezet megalakítása mellett döntött. Megválasztották a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálók Szövetsége (MaRoViSZ) elnökévé *Tarnai Györgyöt*, az elnökség tagjaivá *Pálffy Károlyt* és *Sós Róbertet*, a felügyelő bizottság elnökévé *Harnisch Józsefet*, tagjaivá *Kecskés Pétert* és *Rogács Zoltánt*.

Fücsök Ferenc, a GTE roncsolásmentes anyagvizsgáló szakcsoport elnöke lemondott a szervezet alapításában korábban vállalt tisztségeiről és nem vállalt a MaRoViSZ-ben sem szerepet.

A szövetség székhelye az MHTe Fogarasi úti irodája.

Az alakuló ülés nem fejezte be munkáját. Az alapszabályuk elfogadására a szeptemberi ülésen kerül sor.



Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet Hungarian Assay Office

1089 Budapest VIII., Bláthy Ottó u. 3.

Tel.: (36-1) 313-8621, 333-0147; Fax: (36-1) 313-0020

MNB 10032000 01454093

A Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet (NEHITI) a jogszabályokban meghatározott feladatain túl vállalja mindenféle nemesfém tárgy és nemesfém tartalmú termék analitikai vizsgálatát, valamint egyéb fémelemzéseket a NAT által akkreditált vizsgálólaboratóriumában. Az Intézet az Igazságügyi Minisztérium által nyilvántartásba vett szakértőként végez nemesfémvizsgálatot és azonosítja az eredeti vagy a hamis fémjeleket. Intézetünket feladatainak ellátásában széles körű nemzetközi tapasztalatok segítik.

A NEHITI tevékenységi körei:

1. Nemesfémvizsgálatok
 - ékszerekből
 - ipari mellék- és főtermékekből
 - hulladék anyagokból
 - bányatermékekből
2. Ötvözetelemzések
3. Szakértői vélemények készítése
 - nemesfém meghatározás
 - fémjelazonosítás
 - hamis fémjel felismerés témákban.

Zwick

Materialprüfung
SENSELEKTRO Kft.
Vörösmarty u. 33
1064 Budapest

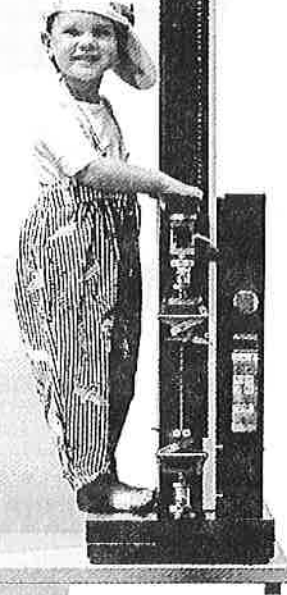
Mérés Intelligenciával

- ☆ Univerzális vizsgálóberendezés
- ☆ Erő, nyúlás és elmozdulás egzakt mérése
- ☆ „testXpert” az első szoftver, mely a vizsgálatot végzővel együtt gondolkodik, kezelése gyerekjáték

További információ:

☎ 36 1 34 27 - 982

☎ 36 1 28 48 - 180



Tanfolyamok 1997-ben

KÖRNYEZETI MENEDZSMENT RENDSZER, KMR-TANFOLYAMOK

A *Gruppe Uni-Coneils (GUC) – Egyetemek Közötti Tanácsadók Szövetsége, Genf-Budapest, a Magyar Minőség Társaság (MMT) és A Minőség Oktatásért Alapítvány (MOA) tanfolyami programja tartalmazza az ISO 14001 és az EMAS előírásait.*

1. KMR gyakorlati bevezető

A vezetés részére egynapos tanfolyam, 1997. október 6-án és 20-án.

2. KMR megszervezése kétnapos tanfolyam a munkatársak részére 1997. szeptember 29-30-án és október 8-9-én, ill. 21-22-én.

A végzett hallgatók ORDINEX – Nemzetközi Szakértők Szövetsége, Párizs és MMT-tanúsítványt kapnak.

A tanfolyamok díja: naponta 12.500 Ft/fő

A *British standards Institution (BSI) Oktatási Szolgálat, a GUC, az MMT és a MOA tanfolyamai:*

3. KMR – auditor, háromnapos tanfolyam 1997. október 20-22-én és november 3-5-én. Részvételi feltétel: a 2. tanfolyami vagy ezzel egyenértékű végzettség. A végzett hallgatók BSI- és MMT-tanúsítványt kapnak.

A tanfolyam díja: 56.500 Ft/fő

4. KMR auditor, vezető auditor, ötnapos tanfolyam a képzéssel már gyakorlatot szerzett auditorok részére, 1997. október 6-10-én és november 17-21-én.

A tanfolyam díja: 96.500 Ft/fő.

A végzett hallgatók BSI-tanúsítványt kapnak.

Az 1-5. tanfolyamok szakmai vezetője: *Prof.Dr.h.c. Turchany Gyula.*

Jelentkezési határidő: a tanfolyamok kezdési időpontja előtt két héttel az MMT titkárságán.

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI TANFOLYAMOK

1. A kölni TÜV Akademie Rheinland tanúsítványát adó tanfolyamok

1.1. Minőségügyi szakember. Időtartama: 8 nap + vizsga (2x1 hét).

Tanfolyami + vizsgadíj: 93.700 + 20.000 Ft

1.2. Minőségügyi megbízott. Időtartama: 12 nap + vizsga (3x1 hét).

Tanfolyami + vizsgadíj: 147.000 + 20.000 Ft

1.3. Minőségügyi menedzser. Időtartama: 12 nap + vizsga (3x1 hét).

Képesített minőségügyi megbízottak részére!

Tanfolyami + vizsgadíj: 147.000 + 20.000 Ft

1.4. TÜV CERT auditor tanfolyam, 11 nap + vizsga + 4 audit gyakorlat.

Képesített minőségügyi megbízottak részére.

Tanfolyami + vizsgadíj: 259.300 + 20.000 Ft

Magánszemélyek részére a TÜV Rheinland Alapítvány 85% támogatást ad, azaz a hallgatónak 38.880 Ft tanfolyami díjat kell fizetnie.

1.5. Mérőeszköz-megbízott. Időtartama: 8 nap + vizsga (2x1 hét).

Tanfolyami + vizsgadíj: 108.600 + 20.000 Ft

2. A TÜV Rheinland Akadémia magyar nyelvű tanúsítványát adó szaktanfolyamok

2.1. Mérőeszköz-felügyelő. Időtartama: 3 nap.

Tanfolyami + vizsgadíj: 39.500 + 6.000 Ft

2.2. Értékesítési folyamatirányító. Időtartama: 2 nap.

Tanfolyami + vizsgadíj: 26.600 + 6.000 Ft

2.3. Beszerzési folyamatirányító. Időtartama: 2 nap.

Tanfolyami + vizsgadíj: 26.600 + 6.000 Ft

2.4. Karbantartási folyamatirányító. Időtartama: 2 nap.

Tanfolyami + vizsgadíj: 26.600 + 6.000 Ft

2.5. Vállalati auditor. Időtartama: 3 nap.

Tanfolyami + vizsgadíj: 39.500 + 6.000 Ft

2.6. Vevőszolgálati megbízott. Időtartama: 2 nap.

Tanfolyami + vizsgadíj: 26.600 + 6.000 Ft

2.7. Minőségügyi oktató. Időtartama: 3 nap.

Képesített minőségügyi megbízottak vagy menedzserek részére!

Tanfolyami + vizsgadíj: 39.500 + 6.000 Ft

2.8 Minőségügyi tanácsadó. Időtartama: 3 nap.

Képesített minőségügyi menedzserek részére!

Tanfolyami + vizsgadíj: 39.500 + 6.000 Ft

A 2. pontban felsorolt tanfolyamok **1997. szeptember hónap végén** indulnak Budapesten. A Minőség Oktatásért Alapítványhoz csatlakozott vállalatok alkalmazottai a részvételi költségekből 20% kedvezményt kapnak. **Szállás igényelhető** (kétágyas szoba + reggeli és vacsora személyenként 4.500 Ft/éjszaka).

Felvilágosítás: MMT, Somogyi Miklós, tel.: 215-6061, fax: 218-0267.

TÜV Rheinland Akadémia, Serester Andrea, tel.: 268-0364, fax: 268-0671.

TQM alaptanfolyam, 1997. október hónap végén.

A tanfolyam költsége: 55.600 Ft., vizsgaköltséggel együtt.

OKJ szerinti szakképzést nyújtó tanfolyamok:

Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító (53 5401 05 sz.)

Minőségellenőr (50-5401-01 sz.)

A tanfolyamok 1997. szeptember hónap végén indulnak. **Jelentkezés:** azonnal

Feltétel: szakközépiskolai végzettség + két éves gyakorlat

A tanfolyamok költsége: 62.500 Ft., vizsgaköltséggel együtt.

A Minőség az Oktatásért Alapítványhoz csatlakozott vállalatok alkalmazottai a részvételi költségekből 20% kedvezményt kapnak. **Vonatkozik ez a TQM alaptanfolyamra is!**

Jelentkezés és felvilágosítás: Magyar Minőség Társaság, 1091 Budapest, Üllői út 25. Tel.: 215-6060. Fax: 218-0627.

KÖRNYEZETVÉDELMI TANFOLYAMOK

Az ISO 14000 szabványsorozat szerinti környezetirányítási rendszerek bevezetésére felkészítő tanfolyamrendszer:

– Környezetvédelmi auditor (TÜV-bizonyítvány);

– Környezetvédelmi szakelőadó (OKJ-szakképesítés);

– Veszélyes hulladék- és termékdíj ügyintéző;

– Alapfokú közegészségügyi (mérgekkezelő); ÁNTSZ-bizonyítvány;

– Veszélyes áru ügyintéző (ADR), OKJ-szakképesítés;

– Települési és nem veszélyes hulladék kezelő, OKJ-szakképesítés.

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

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMOK:

– Radiológiai vizsgáló: RT1, RT2, RT3

– Ultrahangos vizsgáló: UT1, UT2, UT3, UT2T

– Mágneses, penetrációs, vizuális vizsgáló: MPVT1, MPVT2

– Örvényáramos vizsgáló: ET1, ET2

– Tömörségvizsgáló

– Mechanikai anyagvizsgáló

– Rezgéselemző: VAT1, VAT2

– Színképelemző: ST1, ST2

– Általános hegesztett terméket vizsgáló inspektor: INSP

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

Szervezők: ORSZAK BT., AGMI Rt., (lásd a hirdetéseiket) és a GTE.

Nemzetközi rendezvények 1997-ben

Symp. on Time Dependent and Non-linear Effects in Polymers and Composites, San Diego, USA. 1997. november 10-11. Cím: R.A.Schaperly, Dept. of Aerospace Engineering and Engineering Mechanics University of Texas, Austin, Tx 78712, USA. Fax: (+1) 512 471 5500.

2nd Symp. on Advances in Fatigue Crack Closure Measurement and Analysis, San Diego, USA. 1997. november 12-13. Cím: J.C. Newman, NASA Langley Research Center, MS 188E Hampton, Va. 23665, USA. Fax: (+1) 757 864 8911.

Symp. on Fatigue of Materials in Electronic Applications, San Diego, USA. 1997. november 12. Cím: S.A.Schroeder, Rockwell Science Center, 1049 Camino dos Rios, Thousand Oaks, Ca. 91360, USA. Fax: (+1) 805 373 4500, E-mail: scott schroeder@scimail. risc.rockwell.com.

A Gépipari Tudományos Egyesület országos rendezvényei:

Országos hőkezelő konferencia, Sopron, október 14-17.

Nyomástartó edények és csővezetékek ankét, Csepak, októberben.

Minőségbiztosítás a galvántechnikában, Budapest, Október 1.

Korszerű festőüzemek tűzvédelme és festékei, Budapest, november 4-5.

Cím: GTE Rendezvényiroda, Budapest, Fő u. 68. 1027. Fax: 202-0252

EMLEKÜLÉS a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete alapításának 100. évfordulójára.

Miskolc, október 6. Szervező: Miskolci Akadémiai Bizottság.

Részvételi díj: 12.000 Ft. Jelentkezés: Baylogi, 3519 Miskolc-Tapolca, Igli u. 2.

Fax: 46/369-438.

VI. Országos Törésmechanikai Szeminárium, Miskolc, október 7-8.

Szervező: Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány Logisztikai és gyártástechnikai Intézete. Részvételi díj: 18.000 Ft.

Jelentkezés: Baylogi, 3519 Miskolc-Tapolca, Igli u. 2. Fax: 46/369-438.

A Magyar Kémikusok Egyesülete országos rendezvényei:

Nemzetközi Kolorisztikai Szimpózium, Tata, szeptember 10-12.

Környezetvédelmi Analtikai Konferencia, Tata, október 7-9.

Radioanalitika '97, Tata, október 14-16.

Jelentkezés, felvilágosítás: MKE titkársága: Budapest II. Fő u. 68.

Telefon: 201-6883, fax: 201-8056

Nemzetközi rendezvények 1998-ban

7th ECNDT – European Conf. on Non-destructive Testing, Koppenhága, Dánia, 1998. május 26-29. Részleteket lásd a ... oldalon.

Nemzetközi karbantartási konferencia és kiállítás, Nyíregyháza, 1998. június 24-26. Szervező: a GTE Karbantartási szakosztálya és Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Szervezete.

Hordozható keménységmérő készülék:

EQUOTIP[®]

Az első szabványosított
dinamikus keménység-
mérési elv és készülék



Megfelel
A 956-96
előírásainak



Az **EQUOTIP[®]** : svájci minőség,

ISO 9001

proceq



Az

EQUOTIP[®]

készülék használata új utakat
nyit a minőségbiztosításban a
más módon el sem végezhető
keménységmérési feladatok

- pontos
- statisztikusan értékelt
- dokumentálható
- gyors és megbízható
ellátásához.

Zwick

Materialprüfung

anyagvizsgálat felsőfokon



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



Toni Technik

Materialprüfung

Hidraulikus építőanyagvizsgáló gépek
6–6000 kN tartományban.

Komplett berendezések cement- és
betonlaboratóriumok részére,
mérőműszerek cementvizsgálathoz



ALMEMO® MÉRŐRENDSZER

Fizikai, elektromos és kémiai mennyiségek
mérése

kijelzése, tárolása, dokumentálása,
felügyelete, kiértékelése.



AHLBORN

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



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

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

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!